

**GENETIKA VA O‘SIMLIKLAR EKSPERIMENTAL BIOLOGIYASI  
INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSC.02/30.12.2019.B.53.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**GENETIKA VA O‘SIMLIKLAR EKSPERIMENTAL BIOLOGIYASI  
INSTITUTI**

**XOLOVA MADINA DJALGASHBAYEVNA**

***G.HIRSUTUM* L. NAVLARINING STRESSLARGA CHIDAMLILIGINI  
OSHIRISHDA “A<sub>1</sub>” VA “B” GENOMLI YOVVOYI DIPLOID TURLARI  
GENETIK POTENSIALI**

**03.00.09 – Umumiy genetika**

**BIOLOGIYA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**TOSHKENT – 2025**

**Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)**

**Xolova Madina Djalgashbaevna**

*G.hirsutum* L. navlarining stresslarga chidamliligini oshirishda “A<sub>1</sub>” va “B” genomli yovvoyi diploid turlari genetik potentsiali ..... 3

**Холова Мадина Джалгашбаевна**

Генетический потенциал диплоидных диких видов с геномами “A<sub>1</sub>” и “B” в повышении устойчивости сортов *G.hirsutum* L. к стрессовым факторам ..... 21

**Xolova Madina Djalgashbaevna**

Genetic potential of wild diploid species with A<sub>1</sub> and B genomes for enhancing stress tolerance in *G.hirsutum* L. cultivars ..... 41

**E’lon qilingan ishlar ro‘uxati**

Список опубликованных работ ..... 45

List of published works .....

**GENETIKA VA O‘SIMLIKLAR EKSPERIMENTAL BIOLOGIYASI  
INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSC.02/30.12.2019.B.53.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**GENETIKA VA O‘SIMLIKLAR EKSPERIMENTAL BIOLOGIYASI  
INSTITUTI**

**XOLOVA MADINA DJALGASHBAYEVNA**

***G.HIRSUTUM* L. NAVLARINING STRESSLARGA CHIDAMLILIGINI  
OSHIRISHDA “A<sub>1</sub>” VA “B” GENOMLI YOVVOYI DIPLOID TURLARI  
GENETIK POTENSIALI**

**03.00.09 – Umumiy genetika**

**BIOLOGIYA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**TOSHKENT – 2025**

**Biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiya mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.4.PhD/B1299 raqam bilan ro'yxatga olingan.**

Dissertatsiya ishi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida ([www.genetika.uz](http://www.genetika.uz)) hamda «ZiyoNet» Axborot-ta'lim portalida ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) joylashtirilgan.

<b>Ilmiy rahbar:</b>	<b>Ernazarova Dilrabo Qo'shboqovna</b> biologiya fanlari doktori, professor
<b>Rasmiy opponentlar:</b>	<b>Ubaydullayeva Xurshida Abdullayevna</b> biologia fanlari doktori
	<b>Egamberdieva Saida Abdusamatovna</b> biologia fanlari doktori, professor
<b>Yetakchi tashkilot:</b>	<b>Chirchiq davlat pedagogika universiteti</b>

Dissertatsiya himoyasi Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti huzuridagi DSc.02/30.12.2019.B.53.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ kuni soat \_\_\_ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 111208, Toshkent viloyati, Qibray tumani, Yuqori-Yuz p/b. Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti majlislar zali. Tel.: (+99871) 264-23-90; faks: (+99871) 264-23-90; E-mail: [igebr\\_anruz@mail.ru](mailto:igebr_anruz@mail.ru))

Dissertatsiya bilan Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (\_\_\_\_\_ raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 111208, Toshkent viloyati, Qibray tumani, Yuqori-Yuz p/b. Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti majlislar zali. Tel.: (+99871) 264-23-90; faks: (+99871) 264-23-90.

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ kuni tarqatildi.

(2025 yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ dagi raqamli reyestr bayonnomasi).

**A.A. Narimanov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi,  
q/x.f.d., professor

**I.Dj. Kurbanbayev**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash ilmiy  
kotibi, b.f.d., professor

**I.T. Qahhorov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash  
qoshidagi ilmiy seminar raisi, q/x.f.d., professor

## KIRISH

**Dissertasiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Ma'lumki, dunyo g'oz maydonlarining katta qismini o'rta tolali g'oz navlari egallaydi. *Gossypium L.* turkumiga mansub yovvoyi diploid g'oz turlari muhim genetik manba bo'lsa-da, ulardan amaliy seleksiyada samarali foydalanish o'ziga xos yondashuvlarni talab etadi. Xususan, "A<sub>1</sub>" va "B" genomli yovvoyi diploid turlarning genetik potentsiali katta ahamiyatga ega. Ushbu turlarda mavjud genlar orqali *G.hirsutum L.* navlarini takomillashtirish, ularning sifatini va chidamliligini sezilarli darajada oshirish imkoniyatlari mavjud. Bu genetik resurslar kelajakda yuqori hosildor va stressga chidamli g'oz navlarini yaratish uchun muhim zamin yaratadi. Shu sababli, bugungi kunda katta genetik imkoniyatlarga ega bo'lgan diploid g'oz turlarini eksperimental poliploidiya usullari bilan genetik-seleksion izlanishlarga keng jalb etish, shuningdek, madaniy navlar genofondini boyitish borasidagi tadqiqotlarni olib borish muhim ahamiyatga ega.

Jahonda so'nggi yillarda mahalliy g'oz navlarning stress, kasallik va zararkunanda hashorotlarga chidamlilik xususiyatlarini madaniy navlarning qimmatli xo'jalik belgilari bilan birlashtirish strategiyasi keng qo'llanilmoqda. Shu nuqtai nazardan, g'oz genofondining muhim belgilarini o'zida mujassam etgan, biotik va abiotik stresslarga tez moslasha oluvchi yovvoyi shakllardan resurs sifatida foydalanish katta ahamiyatga ega. Bu borada, genetik xilma-xillikni oshirish bilan bir qatorda, iqlim o'zgarishlari sharoitida barqaror va yuqori hosildor navlar yaratishga xizmat qiluvchi fundamental tadqiqotlarni rivojlantirishra alohida e'tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda agrar ishlab chiqarish hajmini oshirish va uning barqarorligini ta'minlash maqsadida yangi navlarni yaratish va ishlab chiqarishga keng joriy etishga katta e'tibor qaratilmoqda. Paxtachilik sohasida esa genetika va seleksiya yo'nalishlarini rivojlantirish, shuningdek, yovvoyi g'oz turlaridan olinadigan germoplazmadan samarali foydalanishga qaratilgan izlanishlar olib borilmoqda. Xususan, g'ozaning yovvoyi shakllari hamda navlarini seleksiya jarayonlariga jalb qilish orqali ilmiy va amaliy yutuqlar qo'lga kiritildi. Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida "mahalliy tuproq-iqlim sharoitiga moslashgan yangi navlarni yaratish"<sup>1</sup> bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalardan kelib chiqqan holda, *G.hirsutum L.* turichi xilma-xilliklarining sistematikada joylashgan o'rnini, filogenetik munosabatlarini o'rganish, turichi duragaylash natijasida chatishuvchanlik ko'rsatkichlari va ulardagi morfologik va qimmatli xo'jalik belgilari aniqlash asosida yuqori qimmatli xo'jalik belgilariga ega duragaylar olish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

O'zbekiston respublikasi prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida" gi farmoni, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2020 yil 6 martdagi PQ-4633-sonli "Paxtachilik sohasida bozor tamoyillarini keng joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida" gi qarori, 2020 yil 13 maydagi 282-sonli "Qishloq

---

<sup>1</sup> O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, 28.01.2022 yildagi PF-60-son «2022 – 2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»

xo‘jaligi ekinlari navlarini sinash markazi faoliyatini takomillashtirish, qishloq xo‘jaligi o‘simliklari turlarining milliy genbankini yaratish to‘g‘risida” gi qarorlari hamda mazkur sohaga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu tadqiqot ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo‘nalishi V. “Qishloq xo‘jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish” ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

**Muammoning o‘rganilganlik darajasi.** Dunyo olimlari tomonidan *Gossypium* L. turkumi doirasida ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan. Jumladan, g‘o‘zaning diploid va tetraploid turlari sistematikasi, turichi hamda turlararo duragaylash, eksperimental poliploidiya uslublaridan foydalanish asosida yuqori qimmatli xo‘jalik belgilariga ega shakllar olish, ularning turli xil qishloq xo‘jalik kasallik va zararkunanda hashorotlarga chidamligini o‘rganish bo‘yicha H. Yu, va *boshq.*, 2024; Wang, 2018; Yin 2020; J.F. Wendel, 2010; Alves va *boshq.*, 2013; Newaskar 2013; Menezes va *boshq.*, 2014; W. Li va *boshq.*, 2021; X.Yin va *boshq.*, 2020 keng izlanishlar amalga oshirilgan.

Respublikamizda g‘o‘za sistematikasi va genofondi bo‘yicha A. Abdullayev (2005), S.M. Rizayeva, (2017) tomonidan muhim ma‘lumotlar olingan. Turli genotipli shakllar ishtirokida turlararo duragaylar olish va ota-ona belgilarning irsilanishi doirasida muayyan muvaffaqiyatlarga (M.B. Xalikova, 2016; S.A. Egamberdieva 2022; M.T. Khidirov, 2023; S.K. Arslanova, 2025) erishilgan. G‘o‘zaning tetraploid vakillarining duragaylanishi, morfobiologik tasnifi F.U. Rafieva, 2017, sitogenetik xususiyatlari D.Q. Ernazarova, 2023 asosida filogenetik shajaralari yaratilgan. I.Yu. Abdurakhmanov va *boshq.*, (2010, 2016), Z.T. Buriev va *boshq.*, (2018), F.N. Kushanov va *boshq.*, (2021) kabi olimlar yovvoyi va madaniy turlar molekulyar biologiyasi borasida qator tadqiqotlar olib borishgan.

Biroq, *G. herbaceum* L. va *G. anomalum* turlarining biotik (kasalliklar, zararkunandalar) va abiotik (qurg‘oqchilik, sho‘rlanish, yuqori harorat) stresslarga chidamli shakllari, shuningdek, *G. hirsutum* turining yuqori sifatli tolali noyob populyatsiyalari mavjudligiga qaramay, bu genetik resurslardan to‘liq foydalanib, yangi seleksiya materiallari yaratish bo‘yicha izlanishlar hali yetarli darajada o‘tkazilmagan.

**Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim yoki ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi.** Dissertatsiya ishi Genetika va o‘simliklar eksperimental biologiyasi instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining “Yovvoyi avstraliya turlarining afro-osiyo g‘o‘zalari turichi xilma-xilliklari bilan o‘zaro molekulyar-filogenetik munosabatlarini va qimmatli xo‘jalik belgilarini o‘rganish” mavzusidagi fundamental loyihasi doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** *Gossypium* L. turkumiga mansub “A<sub>1</sub>” (*G. herbaceum* L.) va “B” (*G. anomalum*) genomli yovvoyi diploid turlarining genetik xilma-xilligini baholash, eksperimental poliploidiyalash hamda ularni tetraploid navlar (*G. hirsutum* L. AD<sub>1</sub>) bilan duragaylash asosida amaliy seleksiyada foydalanish uchun stress omillariga chidamli tetraploid shakllar olishdan iborat.

### **Tadqiqotning vazifalari:**

*G. herbaceum* L. va *G. anomalum* genetik xilma-xilligini o'rganish, o'zaro chatishish darajasini aniqlash;

olingan diploid  $F_1$  duragaylaridan eksperimental poliploidiya (kolxitsin) asosida  $F_1C$  tetraploid duragaylarini ( $2n=2 \times 52$ ) hosil qilish;

boshlang'ich manbalar,  $F_1$  va  $F_1C$  allopoliploid duragay shakllarining sitogenetik va anatomik xususiyatlarni tahlil qilish;

$F_2C$  va avtopoliploid shakllarini oq pasha (*Aleyrodidae*), o'rgimchakkana (*Tetranychus urticae*), g'o'za biti (*Aphis gossypii*) kabi zararkunanda hashorotlarga chidamliligini baholash;

*G. herbaceum*, *G. anomalum* va *G. hirsutum* turlari o'rtasidagi genetik farqlanish darajasini molekulyar markerlar (SSR) yordamida aniqlash;

$F_1$  va  $F_1C$  allopoliploidlarining morfo-biologik xususiyatlari va qimmatli xo'jalik belgilari asosida stress omillariga chidamliligi irsiylanishini tahlil qilish, shu asosida amaliy seleksiya uchun noyob boshlang'ich genetik shakllar tanlab olish.

**Tadqiqotning ob'ekti** sifatida "Noyob obyekt" g'o'za kolleksiyasidan *G. herbaceum* subsp. *frutescens*, subsp. *pseudoarbareum* ( $A_1$  genom) *G. anomalum* (B genom) hamda *G. hirsutum* L. turiga mansub Ravnaq-1, Ravnaq-2, Namangan 77, (AD1 genom) navlaridan foydanildi.

**Tadqiqotning predmeti** turli genomli g'o'za turlarini (*G. herbaceum* L., *G. anomalum*, *G. hirsutum* L.) o'zaro chatishtirish orqali olingan turlararo duragaylarning  $F_1$ ,  $F_1C$  avlodlari morfo-biologik xususiyatlari hamda qimmatli xo'jalik belgilarining tola uzunligi, hosildorlik, chidamlilik irsiylanish mexanizmlari va fenotipik o'zgaruvchanligini tahlillari hisoblanadi.

**Tadqiqotning usullari.** Dissertatsiyada tadqiqot jarayonida g'o'za genetikasi va seleksiyasining an'anaviy usullari turlararo chatishtirish, poliploidiya, qiyosiy morfologik tahlillar, entofauna kuzatuvlari bilan bir qatorda, zamonaviy laboratoriya metodlari - sitogenetika, anatomiya, molekulyar genetik (SSR), oqim sitometriyasi orqali ploiddlik tahlili va statistik tahlil usullaridan foydalanilgan.

### **Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:**

ilk bor diploid *G. herbaceum* L. ( $A_1$  genomli) va *G. anomalum* (B genomli) turlari bilan tetraploid *G. hirsutum* (AD genomli) turlariga mansub mahalliy navlarining o'zaro duragaylanish qobilyati hamda ularning molekulyar filogenetik munosabatlari aniqlanganda, *G. hirsutum* turi *G. herbaceum* L. kenja turlariga nisbatan *G. anomalum* turi genomiga yaqinroq ekanligi aniqlangan;

allopoliploid duragaylarning meiotik tahlili (MI bosqichi) ota-ona shakllariga nisbatan kariologik geterogenligini ko'rsatdi, buning natijasida duragaylarning onalik chang xujayralarida bivalentlar bilan birga univalent va kvadivalentlarning mavjudligi, shuningdek meiotik indeks va chang hayotchanligi ko'rsatkichlarning pastligi bilan isbotlangan;

*G. herbaceum* va *G. anomalum* turlari ishtirokida olingan  $F_1C$ ,  $F_2C$  avtopoliploid shakllarning barg kutikulasining qalinligi ( $\geq 0.85 \mu\text{m}$ ), epiderma hujayra qalinligi ( $> 20.0 \mu\text{m}$ ) va izolateral anatomik tuzilishga ega ekanligi sababli hashorotlarga (oq pasha, o'rgimchakkana, g'o'za biti) chidamliligi aniqlangan;

*G. herbaceum* L. va *G. anomalum* populyatsiyalarining genetik xilma-xilligi bilan *G. hirsutum* turlari o'rtasidagi turlararo chatishtirish, qiyosiy morfologik tahlillar va molekulyar markerlar (SSR) asosida yangi duragay shakllar tanlab olindi hamda istiqbolli navlar yaratishda samarali foydalanish imkoniyatini beruvchi qimmatli boshlang'ich genetik manbalar ajratib olingan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

*G. herbaceum* × *G. anomalum* va *G. hirsutum* chatishtirishidan olingan F<sub>2</sub>C allopoliploid duragaylar populyatsiyasidan tola uzunligi (22,0–28,0 mm va 26,0–35,0 mm oralig'ida) va zararkunanda hashorotlarga (oqqanot - *Aleyrodidae*, o'rgimchakkana - *Tetranychus urticae*, shira- *Aphis gossypii*) chidamli, qimmatli xo'jalik belgilariga ega bo'lgan noyob boshlang'ich seleksion materiallar ajratib olingan;

stressga bog'liq SSR markerlari asosida *G. anomalum* genomida 15 ta qimmatli nomzod gen aniqlanib, ular MAS/GS seleksiya panellariga kiritilgan. Bu esa seleksiya jarayonini sezilarli darajada tezlashtirishi aniqlangan;

fenotipik va genotipik tahlillar asosida *G. anomalum* qurg'oqchilikka, subsp. *frutescens* va subsp. *pseudoarbareum* hasharotlarga yuqori chidamliligi aniqlangan;

markerlar asoslangan seleksiya (MAS) jarayonlariga g'o'za navlarini tez va aniq baholash uchun qurg'oqchilikka chidamlilik bilan bog'langan JESPR095, hashorotlarga chidamlilik bilan bog'langan BNL1666 va tola uzunligi bilan bog'langan NAU2002 DNK markerlari ajratib olingan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi** Genetik tahlillar bilan amaliy seleksiya usullarining integratsiyasi, olingan natijalarning yuqori impakt-faktorli ilmiy jurnallarda e'lon qilinganligi, barcha ma'lumotlarning statistik jihatdan ishonchliligi, shuningdek, xulosalarning mustaqil eksperimental tasdiqlanganligi hamda ilmiy-amaliy ahamiyati isbotlanganligi, uzoq muddatli eksperimental tadqiqotlar natijasida yaratilgan noyob sintetik shakllarning "G'o'za genofondi" kolleksiyasida Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi institutida saqlanib kelinishi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati *G. herbaceum* va *G. anomalum* hamda *G. hirsutum* turlari o'rtasidagi filogenetik yaqinlikni birinchi marta kompleks usullar asosida tahlil qilinganligi, olingan natijalarni morfologik-biologik, agronomik va genetik jihatlardan baholanganligi, o'rganilgan g'o'za turlari uchun yangilangan filogenetik tizim ishlab chiqilganligi va ularning sistematik o'rniga aniqlik kiritilganligi, yangi genotipli duragay shakllarni tetraploid darajaga (4n) ko'tarishning amaliy imkoniyatlari aniqlanganligi, introgressiv duragaylarda belgilarning irsiylanish mexanizmlari va fenotipik o'zgaruvchanlik qonuniyatlarini ochib berilgani bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati g'o'za navlarining genofondini stressga chidamlilik, yuqori tola sifati kabi yovvoyi turlarning noyob xususiyatlari bilan boyitilganligi, turlararo chatishtirishga poliploidiya bilan integrallashtirgan uslubiy yondashuv tarzda qo'llanganligi, ushbu uslub asosida yangi genotipli duragay shakllarni yaratish imkoniyatini eksperimental isbotlanganligi, irsiy kombinatsiyalarga ega turlararo duragaylarni seleksion manbalar sifatida ajratib olinganligi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** *G.hirsutum* L. navlarining stresslarga chidamliligini oshirishda yovvoyi diploid turlari genetik potentsiali bo'yicha olingan natijalar asosida:

F<sub>1</sub>C va F<sub>2</sub>C allopoliploidlarining (supsp.*frutescens*×*G.anomalum*) duragay kombinasiyasidan ajratib olingan 26D, 31D, shakllari, F<sub>1</sub>C va F<sub>2</sub>C allopoliploidlarining (subsp.*pseudoarboreum* ×*G.anomalum*) duragay kombinasiyasidan 15D, 20D shakllar urug'lari O'zR FA Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi institutining "Noyob ob'ekt" g'o'za genofondi kolleksiyasiga kiritilgan (O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining 2025 yil 29 iyuldagi 4/1255-1857 son ma'lumotnomasi). Natijada, ushbu F<sub>2</sub> duragay kombinasiyalar "G'o'za genofondi" noyob ob'ektini yanada boyitilgan va kelgusida genetik-seleksion tadqiqotlarda foydalanish imkonini bergan;

BNL0226, BNL1421, NAU1043, NAU1190, NAU233, BNL1231, BNL3347, BNL3792, NAU1151, NAU7049, NAU2437 kabi SSR markerlari "*Gossypium* L. turkumining dunyoviy bioxilma-xilligini genetik potentsialini o'rganish, filogeniyaning klassik uslublari asosida, tashqi muhitning biotik va abiotik ta'sirlariga bardoshli donorlar yaratish" mavzusidagi davlat byudjeti hisobidan bajarilgan ilmiy tadqiqot dasturida (2024 yil) tadqiqot namunalari o'rtasidagi filogenetik munosabatlarini va qimmatli xo'jalik belgilarini o'rganish maqsadida foydalanilgan (O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining 2025 yil 21 avgustdagi 4/1255-2029 son ma'lumotnomasi). Natijada, g'o'za (*Gossypium* L.) genotiplarining genetik polimorfizm darajasini aniqlash va molekulyar markerlar yordamida o'rganilayotgan turlar va shakllarning filogenetik munosabatlariga oydinlik kiritish imkonini bergan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Tadqiqot natijalari 5 ta, jumladan, 3 ta respublika va 2 ta halqaro ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 12 ta ilmiy ish nashr etilgan, shundan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 7 ta maqola, jumladan 4 ta respublika va 3 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiyaning tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 114 betni tashkil etadi.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida dissertatsiya ishining dolzarbligi va zarurati, Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi, muammoning o'rganilganlik darajasi, tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan ilmiy tadqiqot muassasasi ilmiy-tadqiqot rejalari bilan bog'liqligi, tadqiqotning maqsad va vazifalari, obyekt va predmeti, usullari, ilmiy yangiligi, amaliy natijalari, natijalarning ishonchliligi, ilmiy va amaliy ahamiyati bayon qilingan. Tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

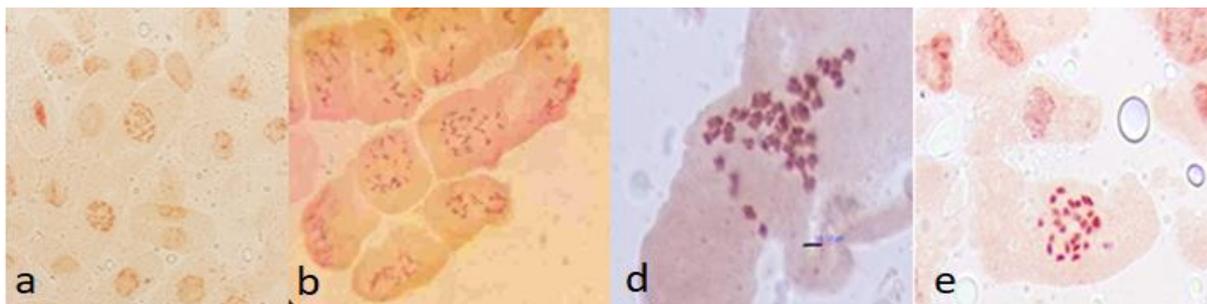
Dissertatsiyaning **“G‘o‘zaning tetraploid (AD<sub>1</sub>) navlarini boyitishda genomlararo sintetik duragaylash hamda duragay genotiplarining asosiy xususiyatlarni o‘rganish oid ilmiy manbalar sharhi”** deb nomlangan birinchi bobida *Gossypium* turkumining evolyutsion va sistematik o‘ziga xosliklari, genetik xilma-xilligini aniqlash va amaliy seleksiya jarayoniga jalb etish orqali yangi, abiotik va biotik stresslarga bardoshli, istiqbolli g‘o‘za navlarini yaratish tahlillari borasida mahalliy va xorijiy adabiyotlar atroflicha tahlil qilingan.

**“Tadqiqot o‘tkazilgan joy va sharoiti, manbai va uslublari”** deb nomlangan dissertatsiyaning ikkinchi bobida tajribalarni o‘tkazish joyi va sharoiti, tadqiqot manbalari, tadqiqotning bajarilishida foydalanilgan kimyoviy reaktiv hamda reagentlar, asbob-uskunalar, o‘simlik materiallari, gen-spetsifik va mikrosatellit DNK markerlari, shuningdek genetik, sitogenetik, embriologik, molekulyar-genetik, bioinformatik hamda statistik usullar keng yoritilgan.

Dissertatsiyaning uchinchi bobi **“G‘o‘zada genomlararo duragaylash (A<sub>1</sub> va B), duragay genotiplarining morfobiologik xususiyatlari va qimmatli xo‘jalik belgilar”** deb nomlanib, g‘o‘zada genomlararo duragaylash (A<sub>1</sub> va B genoplari) natijasida olingan duragay genotiplarning morfobiologik xususiyatlari va qimmatli xo‘jalik belgilarini har tomonlama o‘rganishga bag‘ishlangan. Bobda ota-ona shakllari va hosil qilingan allopoliploid duragaylarning qiyosiy morfologiyasi, turlararo introgressiv duragaylarning anatomik va sitogenetik xususiyatlari, shuningdek, diploid va tetraploid turlararo introgressiv hamda murakkab duragaylarida ba’zi qimmatli xo‘jalik belgilarining irsiylanishi chuqur tahlil qilindi. Bobning birinchi bo‘limida *G.anomalum*, subsp.*frutescens* va subsp.*pseudoarboreum* hamda ularning o‘zaro (F<sub>1</sub>C, F<sub>1</sub>) duragaylarida morfobiologik xususiyatlari vizual tarzda kuzatilib morfologik baholandi. Tadqiqot natijalari ko‘ra, seleksiya jarayonida genetik mosligi yuqori bo‘lgan F<sub>1</sub> (F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens* × *G.anomalum*) × Ravnaq-1 va F<sub>1</sub> (F<sub>1</sub>C subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum*) × Ravnaq-1 kombinatsiyalarini tanlandi, yuqori urug‘ berish qobiliyatiga ega murakkab duragay shakllarni ajratib olindi va keyingi avlodlarda seleksiya samaradorligini oshirish imkonini berdi. Ayniqsa, F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens* × *G.anomalum* × Ravnaq-1 kombinatsiyasi yuqori to‘liq urug‘ tug‘ilish foizi bilan istiqbolli seleksiya materiali sifatida e‘tiborga molikdir.

Bobning ikkinchi bo‘limida g‘o‘zaning turlararo introgressiv duragaylari ([F<sub>1</sub> (A<sub>1</sub> × B) × AD<sub>1</sub>], [F<sub>1</sub> (A<sub>1</sub> × B) × AD<sub>1</sub>]) sitogenetik va anatomik xususiyatlari hamda duragay avlodlarida embriologik tahlillar o‘tkazildi. Sitologik tahlillarga ko‘ra, poliploidlik darajasi (hujayra yadro ploidiyasi) aniqlandi, meyoziy metafaza I (MI) bosqichida xromosomalar kon’yugatsiyasi tiplari (univalent, bivalent, kvadrivalent) qayd etildi, meyoziy ikkinchi bo‘linishi yakunida tetradalar yetilishi baholandi va chang (polen) hayotchanligi ko‘rsatkichlari aniqlashtirildi. Bunda Ona shakl sifatida A genomli *G.herbaceum* (subsp.*pseudoarboreum*, subsp.*frutescens*), ota shakl sifatida B genomli *G. anomalum* ishtirokida olingan F<sub>1</sub> duragaylarning somatik hujayralarida 2n = 26 ta xromosoma qayd etildi va Kolxitsin bilan ishlov berilgan F<sub>1</sub>C duragaylarida xromosomalar soni ikki baravar ortib, 2n = 52 ga yetgani tasdiqlandi.

$F_1C$  duragaylarining somatik hujayralarida kuzatilgan xromosoma to'plami va kolxitsin ta'sirida yuzaga kelgan xromosoma soni o'zgarishlarini ko'rsatadi. Tadqiqotda subsp.*frutescens*  $\times$  *G.anomalum* hamda subsp.*pseudoarboreum*  $\times$  *G.anomalum* duragay shakllari o'rganilgan. Oddiy (kolxitsinsiz) duragay hujayralarida 26 ta xromosoma qayd etilgan bo'lsa, kolxitsin bilan ishlov berilgan hujayralarda xromosomalar soni ikki barobar ortib, 52 taga yetgan. Bu esa hujayra bo'linish jarayonida (mitozda) xromosomalar ajralishining to'xtashi natijasida ploidlilik darajasi oshganini ko'rsatadi (1-rasm).

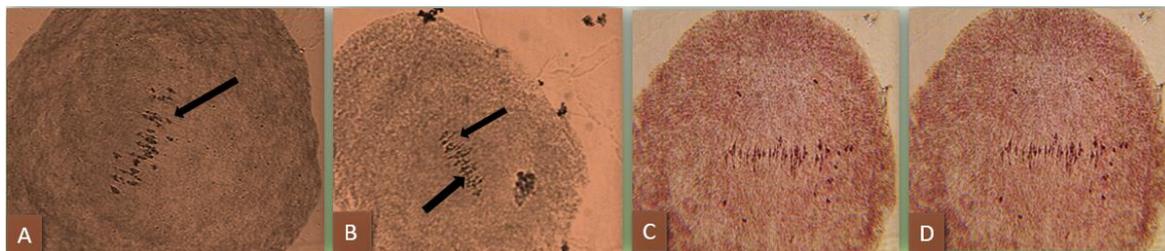


**1 rasm.  $F_1C$  duragaylar somatik xujayrasi tarkibidagi xromosomalar ko'rinishi.** a,b) Kolxitsin ta'sirida 31D raqamli  $F_1C$  (subsp.*frutescens*  $\times$  *G.anomalum*) ( $10\times$ , ( $40\times$ ), d,e) 26-27D raqamli  $F_1C$  subsp.*pseudoarboreum*  $\times$  *G.anomalum* ( $40\times$ ) duragaylar ildiz uchidan tayyorlangan preparatlar mikroskop tagida mitoz bosqichlari ko'rinishi.

Mikroskopida olingan tasvirlar (1-rasm a-e) turli kattalashtirish darajasida ( $10\times$  va  $40\times$ ) mitoz bosqichlarini aks ettiradi: metafaza plastinkasida xromosomalar aniq ko'rinadi, ularning soni va joylashish tartibi esa ploidlilik darajasini tasdiqlash imkonini berdi. Kolxitsin ta'siridagi hujayralarda xromosomalar zichroq joylashgan va ularning soni ko'paygan bo'lib, bu alopoliploid shaklga xos xususiyatdir.

Tadqiqot natijalari asosida uch xil turlararo duragay kombinatsiyalarda ( $F_1C$ ,  $F_1$ ) meyoziy metafaza I bosqichidagi xromosomalar kon'yugatsiyasi ayrim buzilishlar bilan kechganligi aniqlandi. 32D raqamli  $F_1C$  (subsp.*frutescens*  $\times$  *G.anomalum*) turlararo duragay kombinatsiyasida 21 ta onalik changchi hujayralari o'rganilgan bo'lib o'rtacha ko'rsatkich 21,46 ta bivalentlar, va 2,2 ta kvadrivalentlar, 31D raqamli  $F_1C$  subsp.*frutescens*  $\times$  *G.anomalum* duragayda 9,62 ta univalentlar, 20,93 ta bivalentlar, 0,06 ta kvadrivalentlar aniqlandi. 29D raqamli  $F_1C$  *G.herbaceum* subsp.*frutescens*  $\times$  *G.anomalum* 16 ta onalik changchi xujayrasi o'rganilganda univalentlar 1,66 ta bivalentlar 21,0 ta kvadrivalentlar 2,13 ekanligi aniqlandi. 27D raqamli  $F_1C$  subsp.*frutescens*  $\times$  *G.anomalum* duragay o'simlikda 10,26 ta univalentlar, 5,06 ta bivalentlar, 1,5 ta kvadrivalentlar aniqlandi.  $F_1$  (subsp.*frutescens*  $\times$  *G.anomalum*) turlararo duragay kombinatsiyasida bivalentlarning o'rtacha ko'rsatkichi 6,26 ta univalentlar 5,06, kvadrivalentlar esa 2,2 ga teng bo'ldi. Xromosomalar kon'yugatsiyasi  $F_1C$  ( $F_1C$  subsp.*pseudoarboreum*  $\times$  *G.anomalum*) duragay kombinatsiyada yuqorida keltirilgan ikkita duragaylardan univalentlar (1,66) va kvadrivalentlar (0,06) sonining biroz pastligi va shuning hisobiga bivalentlar (21,0) sonining oshganligini namoyon qildi. 27D raqamli  $F_1C$  subsp.*frutescens*  $\times$  *G.anomalum* duragay o'simlikda 10,26 ta univalentlar, va 1,5 ta kvadrivalentlar xosil bo'lish xisobiga bivalentlar xosil bshlish ko'rsatkichi pasayib

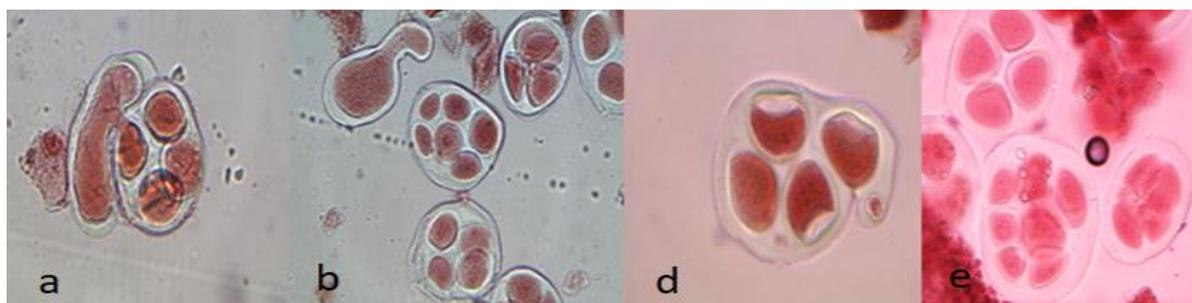
ketgan. Hosil bo'lgan univalentlar o'rta va yirik o'lchamda, kvadrivalentlar esa yopiq halqasimon shakllarida namoyon bo'ldi (2-rasm).



**2 rasm. Meyozning metafaza- I bosqichida xromosomalar kon'yugatsiyasi.**

a- F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens* × *G.anomalum* 21<sup>II</sup>+2<sup>I</sup>+1<sup>IV</sup>; b- F<sub>1</sub>C subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum* 21<sup>II</sup>+2<sup>IV</sup> (100×); c- F<sub>1</sub> (F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens* × *G.anomalum*) × Ravnaq-1 20<sup>II</sup>+ 1<sup>I</sup> + 1<sup>IV</sup>; d-F<sub>1</sub>C subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum* 5<sup>II</sup>+10<sup>I</sup>+1<sup>I</sup> (100×).

Ikkinchi meyozi bo'linish natijasida to'rtta gaploidli mikrosporalar hosil bo'ladi. To'rttasi birgalikda yotgani uchun sporalar tetradas deb ataladi. Tetradalar yetilishi bilan alohida mikrosporalarga ajraladi. Tetradalar tahlilining zamonaviy genetikadagi zaruriy sharti shundan iboratki, allel genlarning har qanday juftligi tetradalarda 2:2 nisbatda ajralish imkonini beradi. Ba'zan esa bunday bo'linishlarda ma'lum og'ishlar kuzatiladi va bu jarayonlar faqatgina tetradalar tahlili natijasida aniqlanadi. Tetradalar tahlilini o'n uchta o'simlikda olib borishga erishildi. Tadqiqotning ko'rsatishicha o'rganilgan namunalarda ota-ona o'simliklardan tashqari to'rt ta kombinatsiyalariga tegishli o'simliklarda 90,0% dan yuqori meyotik indeks (19D F<sub>1</sub> subsp.*frutescens* × *G.anomalum*, 20D F<sub>1</sub> subsp.*frutescens* × *G.anomalum*, 28D F<sub>1</sub>C subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum*, 29D F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens* × *G.anomalum*.) aniqlandi. Shu bilan birga bu o'simliklarda past meyotik buzilishlar (mikroyadroli tetradalar va poliadalar) qayd etildi (3-rasm).

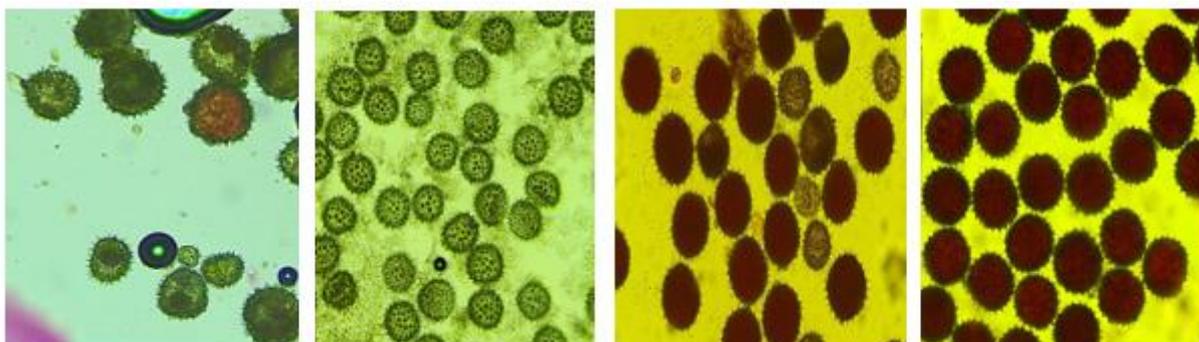


**3 rasm. O'rganilgan duragay o'simliklarida tetradalar tahlili:** a) normal tetrada va heptada (40×); b) (27D F<sub>1</sub>C subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum* 45,509-0,599 %) (40×); d) (28D F<sub>1</sub>C subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum* 91,31-1,385) (40×). e) tetradalar (32D F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens* × *G.anomalum* (84,868-4,55%) (40×).

O'simliklarning keng tarqalishi, ko'payishi imkoniyati ko'pincha ularning gulchanglarda ifodalangan yuqori reproduktiv qobiliyati tufayli amalga oshadi. Ayrim o'simliklarning bitta gulida bir necha milliontagacha bo'ladigan gulchanglari yoki bitta vegetatsiya davri davomida 500 mingdan ortiq urug' hosil qilishi ularning ko'payishi va induktiv yashab qolish strategiyasi uchun xizmat qiladi. O'simliklarning ko'payishi ko'pincha gulchanglarning yuqori hayotchanligiga bog'liq. Lekin uzoq turlarni duragaylashda ko'pincha chang donalarining o'sishi va urug'lanishi turli bosqichlarda to'xtab qoladi. G'o'za namunalarda chang

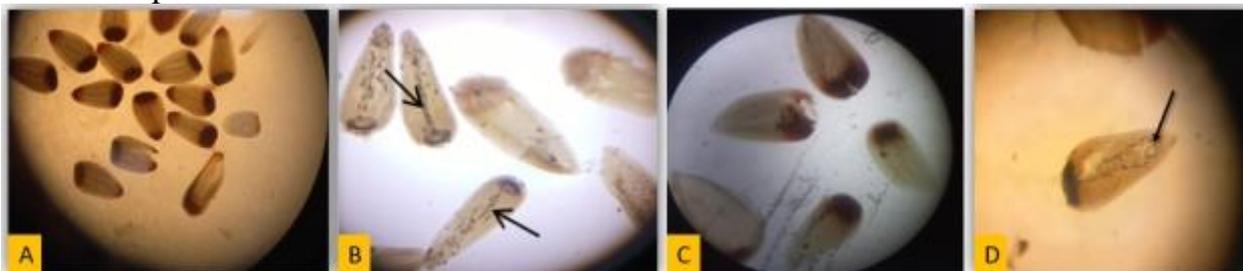
hayotchanligi 50,27% dan 85,38% gacha bo‘lib, kombinatsiyalarga qarab sezilarli farq qildi. Ayrim duragaylarda (masalan, 31D va 23D) chang donalari soni juda kam (108-283 dona) bo‘lib, bunday hollarda gullar nimjon rivojlangan, gulchanglar to‘liq yetilmagan va kleystogam tipda bo‘lgani qayd etildi. Eng yuqori ko‘rsatkich  $F_1$  subsp.*frutescens*  $\times$  *G.anomalum* (20D-85,38%) da aniqlandi, eng past natijalar esa Ravnaq-1 bilan duragaylashgan o‘simliklarda qayd etildi (31,90-36,94%).

Umuman, o‘rganilgan 11 ta o‘simlikdan faqat bittasida yuqori ko‘rsatkich qayd etildi, qolganlarida past yoki juda past bo‘ldi. Sitogenetik kuzatuvlar meyoznining metafaza I bosqichida xromosomalar kon’yugatsiyasidagi buzilishlar, mikroyadroli tetradalar va poliadalar ko‘payishi bilan tasdiqlandi. Bu esa duragaylashga jalb etilgan diploid va tetraploid turlar orasidagi filogenetik uzoqlik va xromosoma tuzilishidagi farqlardan dalolat berdi. Eslatib o‘tish joyizki, aynan shu o‘simliklarda sporadalar tahlilida meyotik buzilishlar qayd etilgan. Ko‘rsatkichning pasayishiga turli meyotik anomaliyalar (mikroyadroli tetradalar va poliadalar) kuzatilgani sabab bo‘ldi. Bu natijalar o‘rganilayotgan namunalarning xromosoma strukturaviy tuzilishida farqlar borligidan dalolat berdi (4-rasm).



**4 rasm. O‘simliklarda hayotchanlik va gulchang donlarining o‘zgaruvchanligi:** a)  $F_1$  ( $F_1C$  subsp.*frutescens*  $\times$  *G.anomalum*)  $\times$  Ravnaq-1, b)  $F_1$  ( $F_1C$  subsp.*pseudoarbareum*  $\times$  *G.anomalum*)  $\times$  Ravnaq-1, d)  $F_1C$  subsp.*frutescens*  $\times$  *G.anomalum* e)  $F_1$  subsp.*frutescens*  $\times$  *G.anomalum*.

Shu bilan bir qatorda embriologik tahlillar ham o‘tkazildi. Bunda uzoq formalarning duragaylash jarayonida changlanishdan keyin kuzatiladigan muhim embriologik bosqichlardan biri changchi naychasining urug‘ kurtagi ichiga o‘sib kirishi hisoblanadi (5-rasm). Changchi naychasi stigmadan boshlanib, usitil (stil) orqali urug‘kurtagi ichki qatlamlariga odatda embrion xonasiga yetib borganligi aniq ko‘rinmoqda.



**5 rasm. Changchi naychalarining urug‘kurtaklarga o‘sib kirishi.** A-B)  $F_1$  ( $F_1C$  subsp.*frutescens* $\times$ *G.anomalum*) $\times$ Ravnaq-1, C-D)  $F_1$  ( $F_1C$  subsp.*pseudoarbareum* $\times$ *G.anomalum*) $\times$ Ravnaq-1.

Bu holat urug‘lanish jarayonining muvaffaqiyatli kechayotganini va turlararo yoki tur ichidagi changlanishning samaradorligini ko‘rsatadi. Mazkur bosqich changchi naychasining yo‘nalgan o‘sishi, turli to‘siqlardan (fiziologik yoki genetik) o‘tib ketish qobiliyati va natijaviy zigota shakllanishi uchun zarurdir. Ayniqsa duragaylash eksperimentlarida bu jarayon reproduktiv muvofiqlikni baholash uchun muhim indikator hisoblandi (1-jadval).

Oqim sitometriyasi tahlillari natijasida uchta *Gossypium* namunasida yadroviy DNK kontenti bo‘yicha asosiy ploiddlik cho‘qqilari aniqlandi: *G.anomalum* namunasida 2C (diploid) hujayralar ustunlik qildi (1885 ta), oraliq 3–4C bosqichida 140 ta, tetraploid (4C) darajada esa atigi 6 ta hujayra kuzatildi. *G.herbaceum* subsp.*frutescens* namunasida 2C diploid holat asosiy cho‘qqini tashkil etdi (162 ta hujayra), lekin yuqoriroq ploiddlik darajalarida (3–4C, 6C) kam sonli hujayralar qayd etildi.

### 1-jadval.

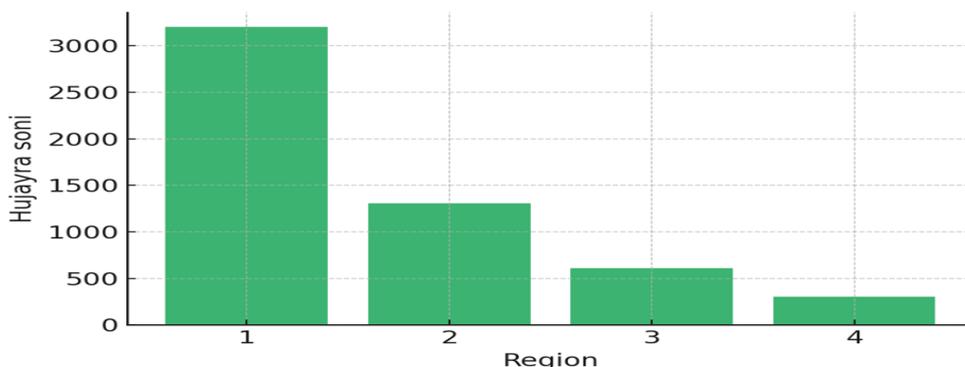
#### Ota-ona shakllar va duragay o‘simliklarda embriologik ko‘rsatkichlar

№	Manbalar	soni			M±m
		tahlil qilingan tugunchalar	urug‘ kurtaklar	o‘sib kirgan naychalar	
<b>Ota-ona shakllar</b>					
1	subsp. <i>frutescens</i>	10	158	109	10,9±0,46
2	subsp. <i>pseudoarboreum</i>	10	120	102	12,9±0,31
3	<i>G.anomalum</i>	10	116	96	9,6±0,20
<b>F<sub>1</sub> duragay avlodlar</b>					
4	20D F <sub>1</sub> subsp. <i>frutescens</i> × <i>G.anomalum</i>	10	119	78	7,8±0,20
5	23D F <sub>1</sub> subsp. <i>pseudoarboreum</i> × <i>G.anomalum</i>	10	128	69	6,9±0,18
<b>F<sub>1</sub>C duragay avlodlar</b>					
6	32D F <sub>1</sub> C subsp. <i>frutescens</i> × <i>G.anomalum</i>	10	146	75	7,5±0,17
7	27D F <sub>1</sub> C subsp. <i>pseudoarboreum</i> × <i>G.anomalum</i>	10	163	77	7,7±0,17
<b>F<sub>1</sub> murakkab duragay avlodlar</b>					
8	F <sub>1</sub> (F <sub>1</sub> C subsp. <i>frutescens</i> × <i>G.anomalum</i> ) × Ravnaq-1	10	138	66	6,8±0,13
9	F <sub>1</sub> (F <sub>1</sub> C subsp. <i>frutescens</i> × <i>G.anomalum</i> ) × Ravnaq-1	10	133	59	6,1±0,11

F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens* × *G.anomalum* duragayida esa keng ploiddlik diapazoni kuzatildi: 2C (3201 huj.), 4C (1305 huj.), 6C (611 huj.) va 8C (301 huj.). Bu natija sun‘iy poliploidizatsiya jarayonining muvaffaqiyatli amalga oshganini va duragay genomida yuqori darajadagi DNK kontenti shakllanganini ko‘rsatdi (6-rasm).

Anatomik tahlillar asosida ota-ona shakllari hamda allopoliploid (F<sub>1</sub>C) va murakkab duragay (F<sub>1</sub>) o‘simliklar barglarining anatomik xususiyatlari solishtirildi. Yangi uzilgan barglardan tayyorlangan preparatlar mikroskopda ko‘rib, adaksial va abaksial epidermisdagi stomata zichligi, epidermis qalinligi, palisad va g‘ovak

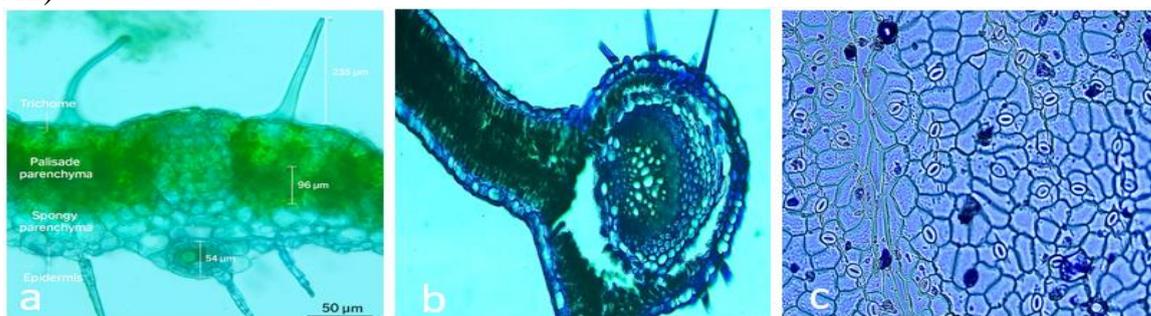
parenxima qalinligi, shuningdek trixomalar soni qayd etildi. Natijalar yovvoyi turlar va ularning duragaylarida stomatalar Ravnaq-1 naviga nisbatan ancha kamligini ko'rsatdi: eng past ko'rsatkich *G.anomalum* da qayd etildi ( $59,0 \pm 2,74$  dona/mm<sup>2</sup> adaksial;  $84,2 \pm 1,47$  dona/mm<sup>2</sup> abaksial). Ravnaq-1 da esa bu qiymatlar eng yuqori bo'ldi ( $105,0 \pm 1,3$  va  $138,0 \pm 1,6$  dona/mm<sup>2</sup>).



**6 rasm. F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens* × *G.anomalum* namunadagi hujayralarning regional bo'yicha taqsimoti.** 1-diploidlik (2n), 2-tetraploidlik (4n), 3-geksaploidlik(6n), 4-oktoploidlik (8n).

Yovvoyi turlar, ayniqsa *G.anomalum* va subsp.*pseudoarboreum*da epidermis qalin ( $25,4 \pm 1,1$ ;  $27,1 \pm 1,3$  mkm), palisad ( $50,2 \pm 2,3$ ;  $52,0 \pm 2,1$  mkm) va g'ovak parenxima ( $56,8 \pm 2,0$ ;  $58,3 \pm 2,8$  mkm) kuchli rivojlangan; trixomalar ham ko'p ( $35,3 \pm 1,5$ ;  $38,7 \pm 0,9$  dona/mm<sup>2</sup>).

Bunday kombinatsiya suv yo'qotilishini kamaytirib, radiatsion yuklamadan himoya qiladi va stressga chidamlilikni oshiradi. Bu xususiyatlar bargning suvni saqlash va quyosh nurlarining ortiqcha ta'siridan himoya qilish qobiliyatini oshiradi (7-rasm).



**7 rasm. Barg anatomiyasining morfologik tahlili** a) Epiderma, palisad parenximasi, b) g'ovak parenximasi c) stomata strukturalarning mikroskopik ko'rinishi.

Olingan duragay shakllar (F<sub>1</sub>, F<sub>1</sub>C) ota-ona yovvoyi turlarga qaraganda stomatalar soni va barg hajmi jihatidan yaxshilangan, lekin ularning anatomik tuzilishi hamon Ravnaq-1 ga qaraganda qurg'oqchilikka chidamlilikni ko'rsatadigan xususiyatlarga (nisbatan kamroq stomata, qalinroq to'qimalar) ega. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, yovvoyi g'o'za turlari barglarining anatomik tuzilishi abiotic stresslarga qarshi samarali mexanizmlarga (stomatalar sonining kamligi, epidermis va parenxima qalinligi, ko'p trixomalar) ega. Bu xususiyatlar ularni stress sharoitida hayot kechirishga imkon beradi. Ushbu moslashuvchan xususiyatlarni duragaylash orqali yuqori hosildor madaniy navlarga o'tkazish stressga chidamli yangi navlar yaratish istiqbolini ko'rsatadi.

Bobning uchunchi bo'limida g'o'zaning diploid va tetraploid turlararo introgressiv va murakkab  $F_1$  duragaylarida qimmatli xo'jalik belgilarining irsiylanishi tahlil qilindi. Tadqiqotda diploid va tetraploid turlararo duragaylarning morfologik va xo'jalik belgilari baholandi.  $F_1$ ,  $F_1C$  hamda Ravnaq-1 bilan qayta chatishtirilgan duragaylarda hosil elementlari, tola sifat ko'rsatkichlari va stressga chidamlilikning irsiylanishi tahlil qilindi.  $F_1$  subsp.*frutescens*  $\times$  *G. anomalum* va  $F_1C$  subsp.*frutescens*  $\times$  *G. anomalum* duragaylarida tola uzunligi yuqori (27,8–28,5 mm), biroq tola chiqimi past (0,41–0,56 g) qayd etildi.  $F_1$  subsp.*pseudoarboreum*  $\times$  *G. anomalum* kombinatsiyasida ko'sak og'irligi 3,55 g va tola chiqimi 0,61 g bo'lsa-da, tola uzunligi qisqa (22,3 mm) bo'lib, sifat pasaydi. Aksincha,  $F_1C$  subsp.*pseudoarboreum*  $\times$  *G. anomalum* duragayida tola chiqimi 0,81 g gacha oshib, nisbatan ustun natija olindi. Ota-ona shakllardan subsp.*frutescens* (3,51 g; 0,61 g; 29,0 mm) va subsp.*pseudoarboreum* (3,28 g; 0,61 g; 28,1 mm) barqaror ko'rsatkichlar bilan ajraldi. *G. anomalum* esa kichik ko'sak (1,83 g) va qisqa tola (8,5 mm) bilan salbiy natija ko'rsatdi. Ravnaq-1 uzun tolaga ega (38,7 mm); ko'sak og'irligi 4,78 g, tola chiqimi 0,39 g. Ravnaq-1 ishtirokida duragaylarda ko'sak og'irligi va tola chiqimi oshdi: masalan,  $F_1(F_1C$  subsp. *pseudoarboreum*  $\times$  *G. anomalum*)  $\times$  Ravnaq-1 kombinatsiyada 4,25 g va 0,93 g qayd etildi. Korrelyatsiya tahlili ko'sak og'irligi oshishi bilan tola uzunligi ortmasligini ko'rsatdi; duragaylarda 25-30 mm diapazon saqlanib, har tomonlama seleksiya yondashuvi zarur ekanligi qayd etildi.

Dissertatsiyaning to'rtinchi bobida **“Boshlang'ich manbalar va sintetik tetraploid duragaylarning qurg'oqchilik va zararkunandalarga bardoshliligi hamda molekulyar genetik xilma-xilligini baholash”** bo'yicha olingan natijalar bayon etilgan. Sintetik tetraploid duragaylarning qurg'oqchilikka chidamliligi laboratoriyada PEG-6000 yordamida modellashtirilgan osmotik stressda, biotik bardoshliligi esa dala sharoitida (*Tetranychus urticae*, *Aphis gossypii*) baholandi; molekulyar-genetik tahlillar bilan ularning genetik xususiyatlari tavsiflandi.

10% va 20% PEG sinovlari shuni ko'rsatdiki, yovvoyi turlar (*G. anomalum*, subsp.*frutescens*, subsp.*pseudoarboreum*) hamda ularning  $F_1$  duragaylari urug'unuvchanligi, ildiz va poya o'sishini saqlab qolish bo'yicha *hirsutum* Ravnaq-1 naviga nisbatan ancha ustun. Masalan, 20% PEG sharoitida *G. anomalum* unuvchanligi 65% bo'lsa, Ravnaq-1 35% ga tushdi;  $F_1$  (subsp.*frutescens*  $\times$  *G. anomalum*) stressda ham yuqori o'sish sur'atini saqladi. Ildizlar hamda novdalar dinamikasida ham ustunlik kuzatildi: 12-kuni 20% PEG ta'sirida *G. anomalum* ildizi 30,1 mm, Ravnaq-1 esa 18,0 mm; bu yovvoyi genotiplarning suv izlash, o'zlashtirish qobiliyati yuqoriligini bildiradi. Korrelyatsion tahlil stressga javoban organlar o'sishining qayta sozlanishini tasdiqladi: 12-kuni nazoratda  $r=0,3833$  (uyg'un o'sish), 10% PEG ostida  $r=-0,5313$  (ildiz investitsiyasi ustun), 20% PEG da  $r=0,95685$  (chidamli genotiplarda sinxron o'sish). 18-kuni 10% PEG  $r=0,26225$  ( $r^2 \approx 0,85-0,89$ ; moslashuvning dastlabki bosqichi), 20% PEG  $r=0,94611$  ( $r^2=0,88$ ); nazoratda  $r=0,61758$ . Demak, stress kuchaygani sayin ijobiy bog'liqlik ortadi: ildiz tizimi novda o'sishini to'xtatmay, faqat sur'atini pasaytiradi. Dala sharoitida sintetik tetraploidlar, ayniqsa ayrim  $F_2C$  kombinatsiyalar, oq pashsha va shira bosimida nisbatan past zararlanish ko'rsatdi. Har tomonlama fenotipik-molekulyar dalillar bu

duragaylarning qurg'oqchilik hamda zararkunandalarga chidamli donor sifatida seleksiyaga joriy etilishi uchun asos yaratdi.

Bobning ikkinchi bo'limida boshlang'ich manbalar va sintetik tetraploid duragaylarni o'rgimchak kana (*Tetranychus urticae*) va shira (*Aphis gossypii*) omillarga bardoshlilikini dala sharoitida baholash tahlilida dala sharoitida o'tkazilgan entomofauna kuzatuvlar shuni ko'rsatdiki, yovvoyi turlar va ular asosida yaratilgan sintetik F<sub>2</sub>C duragaylar zararkunanda hasharotlariga (oqqanot - *Aleyrodidae*, o'rgimchak kana - *Tetranychus urticae*, g'o'za biti - *Aphis gossypii*) nisbatan ancha bardoshli. Ravnaq-1 navi eng yuqori zararlanish darajasini (umumiy ball 3) ko'rsatgan bo'lsa, F<sub>2</sub>C 26D, F<sub>2</sub>C 27D va F<sub>1</sub>C 28D duragaylari eng past ball (1) va "yaxshi" chidamlilik darajasiga ega bo'ldi (2-jadval).

## 2-jadval.

### Hashorotlar soni bo'yicha entomofauna kuzatuv

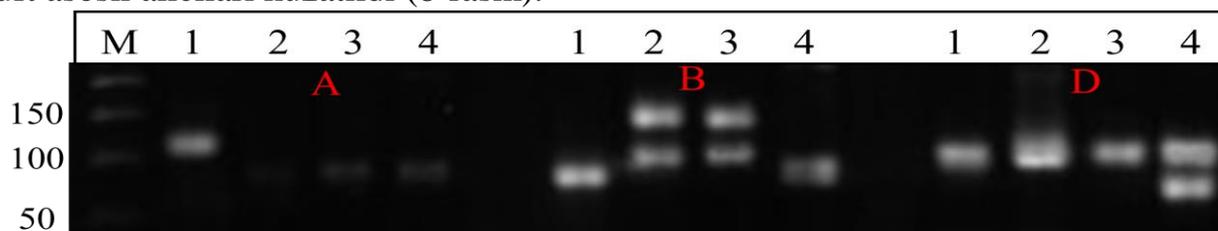
№	Genotip	Oqqanot	Shira	O'rgimchak kana	Umumiy ball	Biotik chidamlilik
1	<i>G.anomalum</i>	3,4	2,7	3,1	2	O'rta
2	subsp. <i>frutescens</i>	2,1	1,5	2,8	1	Yaxshi
3	subsp. <i>pseudoarboreum</i>	2,4	2,2	3,3	2	O'rta
4	Ravnaq-1	4,8	6,2	7,4	3	Past
5	F <sub>2</sub> C 26D subsp. <i>pseudoarboreum</i> × <i>G.anomalum</i>	1,6	1,4	2,2	1	Yaxshi
6	F <sub>2</sub> C 27D subsp. <i>pseudoarboreum</i> × <i>G.anomalum</i>	1,8	1,6	2,5	1	Yaxshi
7	F <sub>2</sub> C 28D subsp. <i>frutescens</i> × <i>G.anomalum</i>	2	2,3	2,7	1	Yaxshi
8	F <sub>2</sub> C 29D subsp. <i>frutescens</i> × <i>G.anomalum</i>	3,2	2,8	3,9	2	O'rta

Entomofauna ballari bo'yicha subsp.*frutescens* (2,1; 1,5; 2,8) yaxshi, subsp.*pseudoarboreum* (2,4–3,3) va *G.anomalum* (3,4; 2,7; 3,1) o'rta, Ravnaq-1 esa eng yuqori zararlanish (4,8; 6,2; 7,4) bilan past chidamlilik ko'rsatdi. Sintetik va murakkab duragaylar ichida F<sub>2</sub>C-31D subsp.*frutescens*×*G.anomalum*, F<sub>2</sub>C-27D subsp.*pseudoarboreum*×*G.anomalum* hamda F<sub>1</sub>(F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens* × *G.anomalum*) × Ravnaq-1 past ball (1,4–2,7) bilan eng barqaror guruhga kirdi; F<sub>1</sub>(F<sub>1</sub>C subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum*) × Ravnaq-1 o'rta bo'ldi. Zararkunanda uchrash ulushlarida oqqanot eng ko'p Ravnaq-1 da (23%), so'ng *G.anomalum* (16%) va F<sub>1</sub>(F<sub>1</sub>C subsp.*pseudoarboreum*×*G.anomalum*)×Ravnaq-1 (15%); eng past 27D F<sub>2</sub>C va 31D F<sub>2</sub>C (8%). Shira bo'yicha Ravnaq-1 30% bilan yetakchi, *G.anomalum* va F<sub>1</sub>(F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens* × *G.anomalum*) × Ravnaq-1 13%dan; eng past 31D F<sub>2</sub>C 7%, subsp.*frutescens* 7%. O'rgimchak kana zarari Ravnaq-1 da 26%, o'rtacha guruh 10-14%, eng past 31D F<sub>2</sub>C 8% va 27D F<sub>2</sub>C 9%. Diploid yovvoyi turlarga asoslangan F<sub>2</sub>C duragaylar va ayrim murakkab

kombinatsiyalar biotik stressga nisbatan nisbatan chidamli bo'lib, seleksiya uchun istiqbolli donor manbalar sifatida tavsiya etiladi.

Bobning uchunchi bo'limida 120 ta SSR marker yordamida olib borilgan tahlillar yovvoyi turlarning genetik xilma-xilligi (polimorfizm darajasi 82-88%) madaniy Ravnaq-1 naviga qaraganda (78%) ancha yuqori ekanligini ko'rsatdi.

Tadqiqot namunalarida qurg'oqchilikka chidamlilik bilan genetik bog'langan JESPR095 DNK markeri bo'yicha PZR tahlili natijasiga ko'ra farqli ekanligini ko'rsatdi. *G.anomalum* yovvoyi g'o'za turida ushbu marker alleli 110 juft asos (j.a.) ni, subsp.*frutescens*, subsp.*pseudoarboreum* va Ravnaq-1 g'o'za turlarida 90 juft asos alleli kuzatildi. Hasharotlarga chidamlilik bilan genetik bog'langan BNL1666 DNK markeri bo'yicha PZR tahlili natijasiga ko'ra ham farqli ekanligini ko'rsatdi. *G.anomalum* yovvoyi g'o'za turi va Ravnaq-1 navida ushbu marker alleli 85 juft asos (j.a.) ni, subsp.*frutescens* va subsp.*pseudoarboreum* yovvoyi g'o'za turlarida 100 va 140 juft asosli allellari kuzatildi. Tola uzunligiga javob beruvchi NAU2002 DNK markeri bo'yicha PZR tahlili natijasiga ko'ra ham farqli ekanligini ko'rsatdi. *G.anomalum*, subsp.*frutescens* va subsp.*pseudoarboreum* yovvoyi g'o'za turlarida ushbu marker alleli 100 juft asos (j.a.) ni, va Ravnaq-1 g'o'za navida esa 80 va 100 juft asosli allellari kuzatildi (8-rasm).



**8-rasm. Tadqiqot namunalarida qurg'oqchilikka, hasharotlarga va tola uzunligiga chidamlilik bilan genetik bog'langan A- JESPR095, B- BNL1666, D- NAU2002 DNK markerlarining gel-elektroforegrammasi. M-molekulyar og'irlik markeri (50 ng/ $\mu$ l konsentratsiyali), 1- *G.anomalum*, 2- subsp.*frutescens*, 3- subsp.*pseudoarboreum*, 4- Ravnaq-1.**

DNK markerlari asosidagi PZR tahlili natijalari diploid hamda tetraploid g'o'za turlari vakillarining yuqori darajada polimorf ekanligini namoyon etdi. Tadqiqot namunalarining molekulyar filogenetik tahlillariga ko'ra, *G.herbaceum* subsp.*pseudoarboreum* va subsp.*frutescens* eng yaqin, *G.anomalum* ulardan biroz uzoq, Ravnaq-1 esa eng chekka va genetik jihatdan eng farqlanuvchi chiziqda ekanligi qayd etilgan.

Qurg'oqchilikka bog'liq 9 ta mikrosatellit (SSR) DNK markeri yordamida olib borilgan virtual PZR tahlili natijasida *G.anomalum* genomida 15 ta qimmatli nomzod gen va oqsillar aniqlandi (3-jadval). BLAST asosidagi xaritalashda BNL2443, BNL1667, BNL3994, BNL448 va NAU3373 (LRR-RLK signalizatsiyasi) belgilari rivojlanish, tola sifati va stressga barqarorlikni kompleks boshqarishini ko'rsatadi. Bu nomzodlar MAS/GS panellariga kiritilib, seleksiya tezligini va aniqligini oshiradi.

## BLAST ma'lumotlar bazasidan foydalanib aniqlangan nomzod gen va oqsillar

№	Marker nomi	Bashorat qilingan gen yoki oqsil	Funksiyasi
1	BNL2443	<i>Serine/threonine-protein kinase rio1</i>	Ribosomal subbirlilikning sitoplazmatik yetilishi
		<i>Purple acid phosphatase 18</i>	Ion kanallarini tartibga solish, vakuolyar kanallarni boshqarish, rivojlanish jarayonlari, abiotik stress reaksiyalarini tartibga solish
		<i>MDIS1-interacting receptor like kinase 2</i>	O'sish, rivojlanish va stress reaksiyalarini tartibga solish
		<i>Alkane hydroxylase MAH1</i>	Ikkilamchi spirtlar yoki ketonlar biosintezi orqali paxta tolasi uzayishini ta'minlash
2	BNL1667	<i>Indole-3-acetic acid-amido synthetase GH3.6</i>	Patogenez va kasalliklarga chidamlilik
		<i>NBS-LRR resistance-like protein, partial</i>	Patogen invaziyasiga qarshi immunitet/rezistentlik
3	BNL3994	<i>Zinc finger protein ZAT5</i>	Yuqori va past harorat, sho'rlanish stresslariga javob berish
4	BNL448	<i>Glycine-rich RNA-binding protein 10-like</i>	Qurg'oqchilik, o'ta sho'rlanish, sovuq va patogenlarga bardoshlilik
		<i>Cold-responsive protein kinase 1-like</i>	Sovuq stressga chidamlilik
		<i>Protein trichome birefringence-like 14</i>	Trixoma rivojlanishi orqali tola shakllanishi
5	BNL3347	<i>Stigma-specific STIG1-like protein 3</i>	Apaptozni tartibga solish, chang naychalarining o'sishini rag'batlantirish va urug'larning rivojlanishi
		<i>Glutathione S-transferase F2-like</i>	Ikkilamchi metabolizmida, stress vaqtida kichik biofaol moddalar va himoya bilan bog'liq birikmalarning bog'lanishi va tashilishini tartibga solishda
6	NAU7015	<i>Zinc finger CCCH domain-containing protein 22</i>	O'sish, rivojlanish, abiotik va biotik stresslarga chidamlilik
		<i>Histone deacetylase HDT1 isoform X4</i>	Urug' va murtak rivojlanishi, fotomorfogenez, gullash va qarish
7	NAU3373	<i>Leucine-rich repeat receptor-like serine/threonine-protein kinase</i>	Rivojlanish va stress reaksiyalariga javob berish

Ushbu genlar o'simlikning o'sishi, rivojlanishi, suv tanqisligi, sovuq, sho'rlanish kabi abiotik stresslar va kasalliklarga chidamliligi bilan bog'liq muhim funksiyalarni bajarishi ma'lum bo'ldi.

### Xulosalar

“*G.hirsutum* L. navlarining stresslarga chidamliligini oshirishda “A<sub>1</sub>” va “B” genomli yovvoyi diploid turlari genetik potentsiali” mavzusidagi tadqiqot natijasida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

*G.herbaceum* L. va *G.anomalum* diploid turlarning o'zaro hamda *G.hirsutum* navlari bilan duragaylash xususiyatlari tahlil qilindi. Natijada ular filogenetik

jihtadan uzoq bo'lsa-da, o'zaro chatishishga qodirligi, pushtli duragaylar olish imkoniyati mavjudligi aniqlandi.

Sitogenetik tahlillar (MI bosqichi, tetradalar tahlili, chang hayotchanligi) genomlararo duragaylash va poliploidlashtirish natijasida  $2n=4\times=52$  xromosomal sintetik allotetraploid shakllarning ( $F_1C$ ,  $F_2C$ ) barqarorligini tasdiqladi.

Murakkab  $F_1(\text{subsp. frutescens} \times G.\text{anomalum}) \times \text{Ravnaq-1,} (\text{subsp. pseudoarboreum} \times G.\text{anomalum}) \times \text{Ravnaq-1}$  duragaylarida qimmatli xo'jalik belgilarining irsiylanishi aniqlanib, tola uzunligi bo'yicha to'liqsiz dominantlik, vegetatsiya davri davomiyligi bo'yicha esa to'liq dominantlik kuzatildi.

SSR markerlari asosida  $A_1$ , B va  $AD_1$  genomli turlar va ularning duragaylari o'rganildi. Tahlillar yovvoyi diploid shakllarning yuqori polimorfizmga ega ekanligini (82-88%) va *G.hirsutum* navlaridan genetik jihatdan farqlanish ko'rsatdi. Molekulyar markerlar asosida filogenetik daraxti tuzilib, *G.hirsutum* turi *G.herbaceum* L. kenja turlariga nisbatan *G.anomalum* turi genomlararo yaqinroq ekanligi qayd etildi.

$F_1C$  va  $F_2C$  duragaylarda embriologik kuzatuvlar changchi naychasining urug' kurtagiga o'sib kirish samaradorligi ota-ona shakllariga qaraganda sezilarli past (12-14%) bo'lsa-da, sun'iy poliploid shakllarda yuqoriligi (65-70%) aniqlandi. Bu esa poliploidlashtirish jarayoni reproduktiv muvofiqlikni oshirishini isbotladi.

Morfo-anatomik tahlillar barg kutikula qalinligi ( $\geq 0,85$  mkm), epiderma hujayra qalinligi ( $>20$  mkm) va trixomalar sonining ko'pligi kabi xususiyatlarning yovvoyi shakllar va allopoliploid duragaylarda rivojlanganligini ko'rsatdi. Ushbu belgilar oqqanot, g'o'za biti, o'rgimchak kana kabi zararkunanda hashorotlarga chidamlilikni ta'minladi.

PEG-6000 eritmasi yordamida o'tkazilgan osmotik stress sinovlari yovvoyi turlar va  $F_1$  oddiy va  $F_1$  murakkab duragaylarning qurg'oqchilikka nisbatan bardoshlilikni tasdiqladi. Ayniqsa, *G.anomalum* va uning ishtirokidagi duragaylarda ildiz o'sish sur'ati yuqori bo'lib, 20% PEG sharoitida ham Ravnaq-1 naviga nisbatan 1,5 baravar yuqorilik qayd etildi.

Molekulyar-genetik va bioinformatik tahlillar natijasida stressga chidamlilikka oid qimmatli nomzod genlar (*serine/threonine-protein kinase rio1*, *NBS-LRR resistance-like protein*, *glycine-rich RNA-binding protein* va boshqalar) aniqlandi. Ular markerga asoslangan seleksiya va QTL xaritalash uchun muhim resurs bo'lib xizmat qiladi.

$F_2C$  26D, 27D va 28D avlod duragaylari hashorotlarga (oqqanot - *Aleyrodidae*, o'rgimchak kana - *Tetranychus urticae*, g'o'za biti - *Aphis gossypii*) chidamli shakllari amaliy seleksiya uchun rekombinant boshlang'ich manbalar sifatida ajratib olindi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ  
DSc.02/30.12.2019.B.53.01 ПРИ ИНСТИТУТЕ ГЕНЕТИКИ И  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ**

---

**ИНСТИТУТ ГЕНЕТИКИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИИ  
РАСТЕНИЙ**

**ХОЛОВА МАДИНА ДЖАЛГАШБАЕВНА**

**ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИПЛОИДНЫХ ДИКИХ ВИДОВ С  
ГЕНОМАМИ “A<sub>1</sub>” И “B” В ПОВЫШЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ  
СОРТОВ *G.HIRSUTUM* L. К СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ**

**03.00.09 – Общая генетика**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО  
БИОЛОГИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**ТАШКЕНТ – 2025**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2024.4.PhD/B1299.**

Диссертационная работа выполнена в Институте генетики и экспериментальной биологии растений.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета ([www.genetika.uz](http://www.genetika.uz)) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNET» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Эрназарова Дилрабо Кушбаковна</b> доктор биологических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Убайдуллаева Хуршида Абдуллаевна</b> доктор биологических наук <b>Эгамбердиева Саида Абдусаматовна</b> доктор биологических наук, профессор
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Чирчикский государственный педагогический университет</b>

Защита диссертации состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании Научного совета DSc.02/30.12.2019.B.53.01 при Институте генетики и экспериментальной биологии растений, (Адрес: 111208, Ташкентская область, Кибрайский район, пос Юкори-юз дом 266). Актовый зал института генетики и экспериментальной биологии растений. Тел.: (99871) 264-23-90, факс: (99871) 264-22-30. E-mail: [igebr@academy.uz](mailto:igebr@academy.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Института генетики и экспериментальной биологии растений (зарегистрировано за № \_\_\_\_\_). Адрес: 111208, Ташкентская область, Кибрайский район, пос Юкори-юз. Тел.: (99871) 264-23-90, факс: (99871) 264-22-30.

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 года.  
(реестр протокола № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 года).

**А.А. Нариманов**  
Председатель научного совета по  
присуждению учёных степеней,  
д.с/х.н., профессор

**И.Дж. Курбанбаев**  
Ученый секретарь Научного совета по  
присуждению учёных степеней, д.б.н,  
профессор

**И.Т. Каххаров**  
Председатель научного семинара при  
Научном совете по присуждению  
учёных степеней, д.с/х.н., профессор

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Как известно, большую часть мировых хлопковых площадей занимают средневолокнистые сорта хлопчатника. Однако при улучшении качества волокна этих сортов, а также их устойчивости к стрессам, болезням и вредителям, использование диких диплоидных видов хлопчатника сталкивается с определёнными ограничениями. Основная причина этих ограничений заключается в серьёзных барьерах, возникающих при скрещивании диких диплоидных видов, относящихся к роду *Gossypium* L., с культурными сортами. Поэтому сегодня одной из наиболее актуальных научно-практических задач является широкое привлечение диплоидных видов хлопчатника, обладающих большими генетическими возможностями, к генетико-селекционным исследованиям с использованием методов экспериментальной полиплоидии, а также обогащение генофонда культурных сортов.

В последние годы в мировой сельскохозяйственной практике широко применяется стратегия, суть которой заключается в том, что на основе местных сортов обладающих генетической устойчивостью к стрессовым факторам, болезням и вредителям проводится комплексное совершенствование ценных хозяйственных признаков культурных сортов. В этом контексте использование диких форм, аккумулирующих в себе важные признаки генофонда хлопчатника и способных быстро адаптироваться к различным биотическим и абиотическим стрессам, а также применение таких методов, как межвидовая гибридизация и экспериментальная полиплоидия, имеет большое научно-практическое значение.

В Республике уделяется большое внимание созданию и широкому внедрению в производство новых сортов сельскохозяйственных культур с целью увеличения объемов аграрного производства и обеспечения его устойчивости. В сфере хлопководства активно развиваются направления генетики и селекции, а также проводятся исследования, направленные на эффективное использование гермоплазмы, получаемой от диких видов хлопчатника. В частности, за счёт вовлечения диких форм и сортов хлопчатника в селекционные процессы были достигнуты значимые научные и практические результаты. В стратегии<sup>1</sup> развития «Нового Узбекистана» определены важные задачи по созданию новых сортов, адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям. Исходя из этих задач, изучение систематического положения внутривидового разнообразия вида *Gossypium hirsutum* L., его филогенетических взаимоотношений, показателей скрещиваемости при внутривидовой гибридизации, а также выявление морфологических и ценных хозяйственных признаков у гибридов имеют важное научное и практическое значение для получения гибридных форм с высокоценными хозяйственными характеристиками.

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года “О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы

Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы», Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 6 марта 2020 года № ПП-4633 «О мерах по широкому внедрению рыночных принципов в сфере хлопководства», Постановление от 13 мая 2020 года № 282 «О совершенствовании деятельности Центра испытания сельскохозяйственных культур, создании национального генофонда сельскохозяйственных растений», а также другие нормативно-правовые документы, относящиеся к данной сфере, определяют дальнейшее развитие отрасли.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан V – «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

**Степень изученности проблемы.** Систематика, внутривидовая структура и межвидовая гибридизация диплоидных и тетраплоидных видов рода *Gossypium* L. изучались в работах Р.А. Fryxell (1992), J.F. Wendel (2010). На основе использования методов экспериментальной полиплоидии были получены формы с ценными хозяйственными признаками, проведено исследование их устойчивости к различным сельскохозяйственным болезням и вредителям; в данном направлении широкие изыскания осуществляли такие исследователи, как L.D. Ankh (1995), Alves *et al.* (2013), G.S. Newaskar (2013), I.P. Menezes *et al.* (2014), В. Wang *et al.* (2017), К.В. Wang (2018), X. Yin (2020).

В Республике Узбекистан по систематике хлопчатника были получены важные сведения в работах F.M. Mauer (1954), A.A. Abdullaev *u dr.* (2006). В исследованиях по получению межвидовых гибридов с участием различных генотипических форм и в области наследования родительских признаков были достигнуты определённые успехи (Курязов, 2002; Khidirov, 2023; Oripova, 2024; Arslanova, 2025). Однако более широкие изыскания, основанные на молекулярно-генетических анализах наследования хозяйственно-ценных признаков в последующих поколениях межгеномных гибридов, могут существенно ускорить процесс выделения уникальных форм.

На основе гибридизации тетраплоидных представителей хлопчатника, их морфобиологических (Рафиева, 2017) и цитогенетических особенностей (Эрназарова, 2023) были построены филогенетические деревья. Учёные I.Yu. Abdurakhmanov *et al.* (2010, 2016), F.N. Kushanov *et al.* (2021) провели ряд исследований по молекулярной биологии диких и культурных видов.

Несмотря на наличие у видов *G. herbaceum* L. и *G. anomalum* форм, устойчивых к биотическим (болезни, вредители) и абиотическим (засуха, засоление, высокая температура) стрессам, а также уникальных популяций вида *G. hirsutum* с высококачественным волокном, исследования, направленные на полное использование этих генетических ресурсов для создания нового селекционного материала, пока ещё недостаточны.

В частности, относительно мало изучены работы, направленные на расширение генетического потенциала сортов и повышение эффективности

гибридизации за счёт использования генетического разнообразия указанных видов с применением методов полиплоидизации (искусственного увеличения числа хромосом). Проведение глубоких молекулярно-генетических и цитогенетических анализов в этом направлении открывает возможности создания новых устойчивых и высокоурожайных сортов хлопчатника.

Поэтому изучение уникальных генотипов *G. herbaceum* и *G. anomalum*, их полиплоидизация и гибридизация позволят вывести селекцию хлопчатника на новый уровень. Это имеет важное значение для развития хлопководства в Узбекистане и обеспечения его устойчивости.

**Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационная работа выполнена в рамках фундаментального проекта Института генетики и экспериментальной биологии растений по теме «Изучение молекулярно-филогенетических взаимоотношений и хозяйственно-ценных признаков диких австралийских видов и афро-азиатских хлопчатников с внутривидовым разнообразием».

**Целью исследования** является в оценке генетического разнообразия диких диплоидных видов рода *Gossypium* L. с геномами «А<sub>1</sub>» (*G. herbaceum* L.) и «В» (*G. anomalum*), их экспериментальной полиплоидизации и гибридизации с тетраплоидными сортами (*G. hirsutum* L. AD<sub>1</sub>) с целью получения стрессоустойчивых тетраплоидных форм для использования в прикладной селекции.

**Задачи исследования:**

изучение генетического разнообразия *G. herbaceum* L. и *G. anomalum*, а также определение уровня их межвидового скрещивания;

получение тетраплоидных F<sub>1</sub>C-гибридов (2n=2×=52) на основе экспериментальной полиплоидизации F<sub>1</sub>-гибридов с использованием колхицина;

анализ цитогенетических и анатомических особенностей F<sub>1</sub>C-аллополиплоидов и сложных F<sub>1</sub>-гибридных форм;

оценка устойчивости F<sub>2</sub>C-автополиплоидных форм к вредителям, таким как белокрылка (*Aleyrodidae*), паутинный клещ (*Tetranychus urticae*), тля хлопковая (*Aphis gossypii*);

определение степени генетического различия между видами *G. herbaceum*, *G. anomalum* и *G. hirsutum* с помощью молекулярных маркеров (SSR);

анализ морфобиологических особенностей и хозяйственно ценных признаков F<sub>1</sub>C-аллополиплоидов и сложных F<sub>1</sub>-гибридов - качество волокна, урожайность, устойчивость к стрессовым факторам, а также отбор уникальных исходных генетических форм для прикладной селекции на основе наследования этих признаков.

**Объектом исследования** были использованы образцы хлопчатника из коллекции «Уникальный объект», включающие *G. herbaceum* subsp. *frutescens*, subsp. *pseudoarbareum* (геном А1), *G. anomalum* (геном В), а также сорта

*G.hirsutum* L. - Равнак-1, Равнак-2 и Наманган-77 (геном AD<sub>1</sub>).

**Предмет исследования** является анализ морфобиологических особенностей и хозяйственно ценных признаков — качество волокна, урожайность и устойчивость у межвидовых гибридов, полученных путем скрещивания видов с разными геномами (*G.herbaceum* L., *G.anomalum*, *G.hirsutum* L.), а также F<sub>1</sub>, F<sub>1</sub>C-синтетических и сложных гибридных поколений, с изучением механизмов наследования этих признаков и фенотипической изменчивости.

**Методы исследования.** В диссертации при проведении исследования генетики и селекции хлопчатника использовались как традиционные методы межвидовое скрещивание, полиплоидизация, сравнительные морфологические анализы и наблюдения за энтофауной, так и современные лабораторные методы: цитогенетика, анатомия, молекулярная генетика (SSR), потоковая цитометрия для анализа пloidности, а также методы статистического анализа.

**Научная новизна исследования заключается в следующем:**

впервые определена способность к межвидовому скрещиванию диплоидных видов *G.herbaceum* L. (геном A<sub>1</sub>) и *G.anomalum* (геном B) с тетраплоидным *G.hirsutum* (геном AD<sub>1</sub>), а также их филогенетические взаимоотношения;

мейотический анализ (на стадии MI) аллополиплоидных гибридов показал их кариологическую гетерогенность по сравнению с родительскими формами, что подтверждается наличием в материнских пыльцевых клетках гибридов наряду с бивалентами также унивалентов и квадринавалентов, а также снижением мейотического индекса и показателей жизнеспособности пыльцы;

устойчивость F<sub>1</sub>C и F<sub>2</sub>C автополиплоидных форм, полученных с участием *G.herbaceum* и *G.anomalum*, к вредителям (белокрылка, паутинный клещ, тля хлопковая) определена толщиной кутикулы листьев ( $\geq 0.85 \mu\text{m}$ ), толщиной эпидермальных клеток ( $> 20.0 \mu\text{m}$ ) и изолатеральной анатомической структурой;

генетическое разнообразие популяций *G.herbaceum* L. и *G.anomalum* и филогенетические отношения с видами *G.hirsutum* моделировались на основе межвидового скрещивания, сравнительных морфологических анализов и молекулярных маркеров (SSR);

выделены ценные исходные генетические ресурсы как исходный материал для упрощения отбора нового начального материала для генетико-селекционных исследований, а также для эффективного использования при создании новых гибридных форм и перспективных сортов.

**Практические результаты исследования заключается в следующем:**

из популяции аллополиплоидных гибридов F<sub>2</sub>C, полученных в результате скрещивания *G. herbaceum* × *G. anomalum* и *G. hirsutum*, выделены ценные исходные селекционные материалы, обладающие рядом хозяйственно полезных признаков — длиной волокна в пределах 22,0–28,0 мм и 26,0–35,0 мм, а также устойчивостью к вредителям (белокрылка – *Aleyrodidae*, паутинный клещ – *Tetranychus urticae*, тля – *Aphis gossypii*);

на основе стресс-ассоциированных SSR-маркеров в геноме *G. anomalum* были идентифицированы 15 ценных кандидатных генов, которые включены в селекционные панели MAS/GS, что позволило повысить скорость и точность селекционного процесса;

фенотипические и генотипические анализы подтвердили высокую засухоустойчивость *G. anomalum*, а также повышенную устойчивость subsp. *frutescens* и subsp. *pseudoarbareum* к вредителям.

для ускорения и повышения точности селекционной оценки сортов хлопчатника отобраны ДНК-маркеры, ассоциированные с ключевыми признаками: JESPR095 - с засухоустойчивостью, BNL1666 - с устойчивостью к вредителям, NAU2002 — с длиной волокна.

**Достоверность результатов исследования** интеграция генетических анализов с прикладными методами селекции, публикация полученных результатов в высокорейтинговых научных журналах, статистическая достоверность всех данных, а также независимая экспериментальная проверка выводов и доказанная научно-практическая значимость объясняются тем, что уникальные синтетические формы, созданные в результате долгосрочных экспериментальных исследований, хранятся в коллекции «Генофонд хлопчатника» в Институте генетики и экспериментальной биологии растений.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования объясняется тем, что через межвидовые гибриды тетраплоидных форм (4n) *G. herbaceum* и *G. anomalum* проведено обогащение видов *G. hirsutum*, выполнен филогенетический анализ между ними, а полученные результаты оценены с морфобиологической, селекционной и генетической точек зрения. Кроме того, раскрыты механизмы наследования признаков и закономерности фенотипической изменчивости у интрогрессивных гибридов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что генофонд культурных тетраплоидных сортов хлопчатника был обогащён уникальными свойствами диких видов стрессоустойчивостью и высоким качеством волокна — посредством интегрированного методического подхода, объединяющего межвидовое скрещивание и полиплоидизацию (увеличение числа хромосом). На основе этой интегрированной методики было экспериментально доказано создание новых генотипических гибридных форм, включение межвидовых гибридов с новыми наследственными комбинациями и выделенных ценных исходных селекционных материалов в практический селекционный процесс.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных данных о генетическом потенциале диких диплоидных видов в повышении стрессоустойчивости сортов *G. hirsutum* L.:

на основе результатов, полученных при определении филогенетических отношений младших видов *G. herbaceum* L. с видом *G. anomalum* и выделении доноров для прикладной селекции: Семена форм 26D и 31D, выделенные из F<sub>1</sub>C и F<sub>2</sub>C аллополиплоидных комбинаций (*subsp. frutescens* × *G. anomalum*), а

также 15D и 20D из F<sub>1</sub>C и F<sub>2</sub>C аллополиплоидных комбинаций (*subsp.pseudoarboreum* × *G.anomalum*), включены в коллекцию «Уникальный объект» генофонда хлопчатника Института генетики и экспериментальной биологии растений Академии наук Республики Узбекистан (справка № 4/1255-1857 от 29 июля 2025 года). В результате эти комбинации F<sub>2</sub> обогатили коллекцию «Генофонд хлопчатника» и обеспечили возможность их использования в будущих генетико-селекционных исследованиях.

SSR-маркеры BNL0226, BNL1421, NAU1043, NAU1190, NAU233, BNL1231, BNL3347, BNL3792, NAU1151, NAU7049 и NAU2437 были использованы в рамках государственного бюджетного научного проекта (2024 г.) на тему «Изучение генетического потенциала мирового биоразнообразия рода *Gossypium* L., создание доноров, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам внешней среды, на основе классических филогенетических методов» для анализа филогенетических взаимоотношений между исследуемыми образцами и выявления ценных хозяйственных признаков (справка № 4/1255-2029 от 21 августа 2025 года). В результате стало возможным определить уровень генетического полиморфизма генотипов хлопчатника (*Gossypium* L.) и пролить свет на филогенетические отношения изучаемых видов и форм с использованием молекулярных маркеров.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования обсуждались на пяти научно-практических конференциях, включая две международные и три республиканские.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации всего опубликовано 12 научных работ, из которых 7 статей рекомендованы Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, включая 4 статьи в республиканских и 3 статьи в зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Состав диссертации включает введение, четыре главы, заключение, список использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 114 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении диссертации обоснована актуальность и необходимость работы, её соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики, степень изученности проблемы, связь исследования с научно-исследовательскими планами института, где выполнялась диссертация, сформулированы цели и задачи исследования, объект и предмет, методы, научная новизна, практические результаты, достоверность данных, а также научная и практическая значимость работы. Приведена информация о внедрении результатов в практику, опубликованных работах и структуре диссертации. Первая глава диссертации под названием «**Обзор научной литературы по межгеномному синтетическому скрещиванию и изучению основных признаков гибридных генотипов при обогащении тетраплоидных сортов хлопчатника (AD<sub>1</sub>)**» посвящена подробному анализу отечественной и зарубежной литературы по эволюционным и

систематическим особенностям рода *Gossypium*, выявлению генетического разнообразия и вовлечению его в практическую селекцию для создания новых перспективных сортов, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессам.

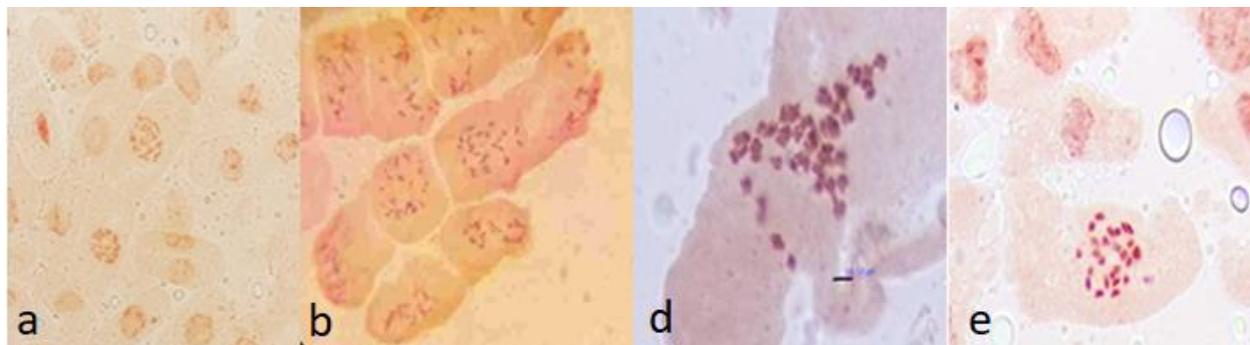
Во второй главе, названной **«Место и условия проведения исследования, материалы и методы»**, подробно описаны места и условия проведения экспериментов, источники материалов, использованные химические реактивы и приборы, растительный материал, ген-специфические и микросателлитные (SSR) ДНК-маркеры, а также генетические, цитогенетические, эмбриологические, молекулярно-генетические, биоинформатические и статистические методы исследования.

Третья глава, **«Межгеномное скрещивание (A<sub>1</sub> и B), морфобиологические свойства гибридных генотипов и ценные хозяйственные признаки»**, посвящена всестороннему изучению морфобиологических характеристик и ценных хозяйственных признаков гибридных генотипов, полученных в результате межгеномного скрещивания (A<sub>1</sub> и B). В главе проведён сравнительный морфологический анализ родительских форм и созданных аллополиплоидных гибридов, изучены анатомические и цитогенетические особенности межвидовых интрогрессивных гибридов, а также наследование некоторых ценных хозяйственных признаков у диплоидных и тетраплоидных межвидовых и сложных гибридов.

В первой части главы морфобиологические характеристики наблюдались визуально и оценивались у *G.anomalum*, *subsp.frutescens* и *subsp.pseudoarboreum* и их F<sub>1</sub>C, F<sub>1</sub> гибридов. Результаты показали, что в селекционном процессе предпочтение было отдано комбинациям с высокой генетической совместимостью: F<sub>1</sub> (F<sub>1</sub>C *subsp.frutescens* × *G.anomalum*) × Равнак -1 и F<sub>1</sub> (F<sub>1</sub>C *subsp.pseudoarboreum* × *G.anomalum*) × Равнак -1, что позволило выделить сложные гибридные формы с высокой способностью к семеноводству и повысить эффективность селекции в последующих поколениях. Особое внимание заслуживает комбинация F<sub>1</sub>C *subsp.frutescens* × *G. anomalum* × Равнак -1 с высоким процентом оплодотворённых семян как перспективный селекционный материал.

Во второй части главы проведены цитогенетические и анатомические исследования межвидовых интрогрессивных гибридов ([F<sub>1</sub> (A<sub>1</sub> × B) × AD<sub>1</sub>]) и эмбриологические анализы у гибридных поколений. Цитологический анализ выявил степень полиплоидии (плоидность ядер клеток), типы конъюгации хромосом на метафазе I мейоза (уноваленты, биваленты, квадринаваленты), оценку тетрад на втором делении мейоза и показатели жизнеспособности пыльцы. У родительских форм (A геном *subsp.pseudoarboreum*, *subsp.frutescens* и B геном *G.anomalum*) в соматических клетках F<sub>1</sub>-гибридов отмечено 2n=26 хромосом. У F<sub>1</sub>C гибридов, обработанных колхицином, число хромосом удвоилось до 2n=52, что подтверждает успешное создание тетраплоидных форм. Наблюдаемые изменения числа хромосом в соматических клетках F<sub>1</sub>C гибридов демонстрируют эффект колхицина.

Исследовались формы *subsp.frutescens* × *G.anomalum* и *subsp.pseudoarboreum* × *G.anomalum*: в обычных (без колхицина) гибридах 26 хромосом, после обработки колхицином 52 хромосомы. В процессе деления клеток (митоза) наблюдалось увеличение уровня ploидности вследствие остановки расхождения хромосом (Рис.1).

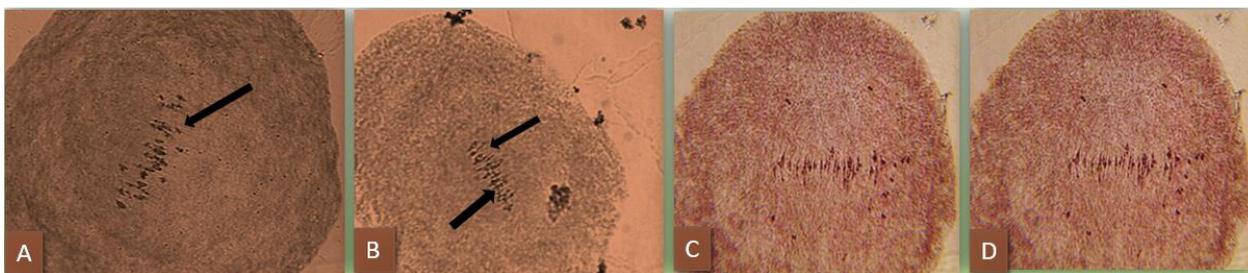


**Рисунок 1.** Вид хромосом в соматических клетках гибридов F<sub>1</sub>C. a,b) Под влиянием колхицина F<sub>1</sub>C (*subsp.frutescens* × *G.anomalum*) (10x), (40x), d,e) Под микроскопом препаратов, приготовленных из верхушки корня гибридов F<sub>1</sub>C *subsp.pseudoarboreum* × *G.anomalum* (40x) вид стадий митоза.

Микроскопические изображения (a-e) при различных увеличениях (10× и 40×) демонстрируют стадии митоза: на метафазной пластинке хромосомы хорошо видны, их число и расположение позволяют подтвердить уровень ploидности. В клетках, обработанных колхицином, хромосомы расположены более плотно и их количество увеличено, что является характерной особенностью аллополиплоидной формы.

На основе результатов исследования было установлено, что конъюгация хромосом на метафазе I мейоза у трёх межвидовых комбинаций гибридов (F<sub>1</sub>C, F<sub>1</sub>) протекала с некоторыми нарушениями. В F<sub>1</sub>C комбинации 32D (*subsp.frutescens* × *G.anomalum*) было изучено 21 материнская пыльцевая клетка: в среднем выявлено 21,46 бивалентов и 2,2 квадривалента. В F<sub>1</sub>C 31D (*subsp.frutescens* × *G.anomalum*) — 9,62 унивалентов, 20,93 бивалентов и 0,06 квадривалентов. В F<sub>1</sub>C 29D (*subsp.frutescens* × *G.anomalum*) при анализе 16 материнских пыльцевых клеток выявлено 1,66 унивалентов, 21 бивалент и 2,13 квадривалента. В F<sub>1</sub>C 27D (*subsp.frutescens* × *G.anomalum*) 10,26 унивалентов, 5,06 бивалентов и 1,5 квадривалента. В F<sub>1</sub> (*subsp.frutescens* × *G.anomalum*) среднее количество бивалентов составило 6,26, унивалентов 5,06, квадривалентов 2,2.

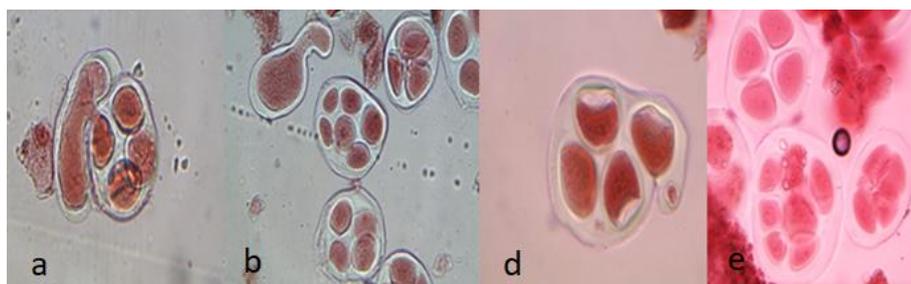
Конъюгация хромосом в F<sub>1</sub>C (*subsp.pseudoarboreum* × *G.anomalum*) показала небольшое снижение числа унивалентов (1,66) и квадривалентов (0,06) по сравнению с указанными выше гибридами, что сопровождалось увеличением количества бивалентов (21). В F<sub>1</sub>C 27D (*subsp.frutescens* × *G.anomalum*) 10,26 унивалентов и 1,5 квадривалентов привели к снижению среднего числа бивалентов. Образовавшиеся униваленты имели средние и крупные размеры, квадриваленты проявлялись в виде замкнутых кольцевидных структур (Рис. 2).



**Рисунок 2. Конъюгация хромосом в метафазе - I стадии мейоза.**

a-F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens* × *G.anomalum* 21<sup>II</sup>+2<sup>I</sup>+1<sup>IV</sup>; b-F<sub>1</sub>C subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum* 21<sup>II</sup>+2<sup>IV</sup> (100x); c- F<sub>1</sub> (F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens* × *G.anomalum*) × Ravnaq-1 20<sup>II</sup>+ 1<sup>I</sup>+ 1<sup>IV</sup>; d-F<sub>1</sub>C subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum* 5<sup>II</sup>+10<sup>I</sup>+1<sup>I</sup> (100x).

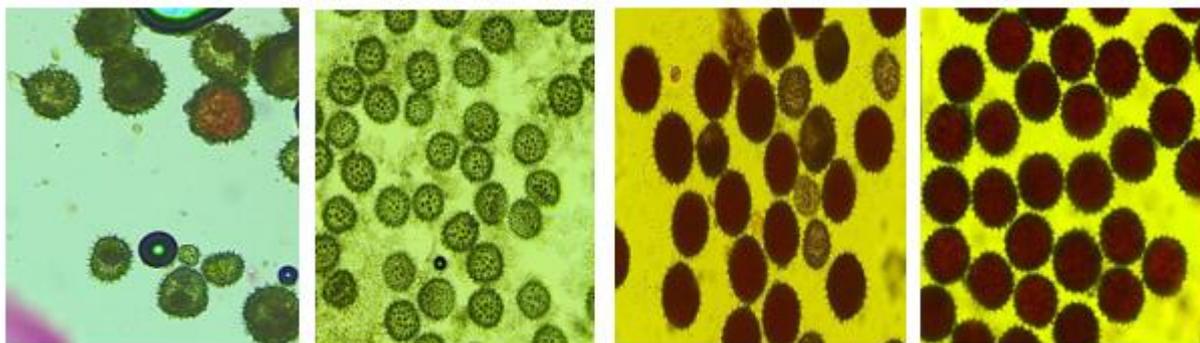
В результате второго мейотического деления образуются четыре гаплоидные микроспоры. Так как они располагаются вместе, их называют тетрадой спор. По мере созревания тетрады распадаются на отдельные микроспоры. Важным условием анализа тетрад в современной генетике является то, что любая пара аллельных генов в тетрадах может сегрегировать в соотношении 2:2. Однако иногда наблюдаются отклонения от данного соотношения, и такие процессы выявляются только при анализе тетрад. Анализ тетрад был успешно проведён у тринадцати растений. Согласно результатам исследования, у четырёх комбинаций гибридных растений (помимо родительских форм) был зафиксирован высокий мейотический индекс — более 90,0%: 19D F<sub>1</sub> (subsp.*frutescens* × *G.anomalum*), 20D F<sub>1</sub> (subsp.*frutescens* × *G.anomalum*), 28D F<sub>1</sub>C (subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum*), 29D F<sub>1</sub>C (subsp.*frutescens* × *G.anomalum*). При этом у этих растений также отмечались незначительные мейотические нарушения (тетрады с микронуклеусами и полиадообразование) (Рис. 3).



**Рисунок 3. Анализ тетрад у изученных гибридных растений:** а) нормальная тетрада и гептада (40x); б) (27D F<sub>1</sub>C subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum* 45,509-0,599%) (40x); г) (28D F<sub>1</sub>C subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum* 91,31-1,385) (40x). д) тетрады (32D F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens*)

Распространение и способность к размножению растений во многом обеспечиваются их высокой репродуктивной способностью, выраженной в пыльце. У отдельных растений в одном цветке может формироваться до нескольких миллионов пыльцевых зерен, либо в течение одного вегетационного периода образуется более 500 тысяч семян, что служит их стратегии размножения и индуктивного выживания. Размножение растений,

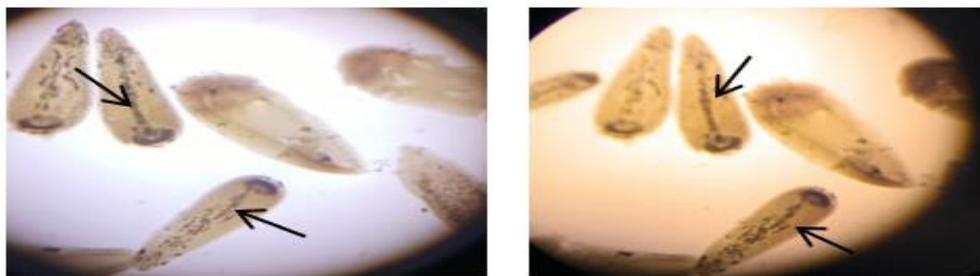
как правило, зависит от высокой жизнеспособности пыльцы. Однако при скрещивании отдалённых видов рост пыльцевых зёрен и процесс оплодотворения нередко прерываются на различных стадиях. У образцов хлопчатника жизнеспособность пыльцы варьировала от 50,27 % до 85,38 %, при этом в зависимости от комбинации наблюдались существенные различия. В отдельных гибридах (например, 31D и 23D) количество пыльцевых зёрен было крайне низким (108–283 шт.), при этом отмечено слабое развитие цветков, неполное созревание пыльников и формирование их по клейстогамному типу. Наивысший показатель был зафиксирован у комбинации  $F_1$  subsp.*frutescens* × *G.anomalum* (20D-85,38 %), тогда как самые низкие значения отмечены у растений, скрещённых с сортом Равнак -1 (31,90–36,94 %). В целом, среди 11 исследованных растений лишь у одного был выявлен высокий показатель, тогда как у остальных значения оказались низкими или крайне низкими. Цитогенетические наблюдения показали, что на стадии метафазы I мейоза происходили нарушения конъюгации хромосом, а также увеличивалось количество тетрад с микронуклеусами и полиад. Это свидетельствует о филогенетической отдалённости и различиях в структуре хромосом между диплоидными и тетраплоидными видами, привлечёнными к гибридизации. Следует отметить, что именно у этих растений в ходе анализа спор также были выявлены мейотические нарушения. Снижение показателей было обусловлено различными мейотическими аномалиями (тетрадами с микронуклеусами и полиадами). Полученные результаты подтверждают наличие структурных различий в хромосомном аппарате исследованных образцов (Рис. 4).



**Рисунок 4. Жизнеспособность растений и вариабельность пыльцевых зерен:** а)  $F_1$  ( $F_1C$  subsp.*frutescens* × *G.anomalum*) × Ravnaq-1, б)  $F_1$  ( $F_1C$  subsp.*pseudoarbareum* × *G.anomalum*) × Ravnaq-1, д)  $F_1C$  subsp.*frutescens* × *G.anomalum* е)  $F_1$  subsp.*frutescens* × *G.anomalum*.

Вместе с тем были проведены и эмбриологические анализы. При этом одним из важных эмбриологических этапов, наблюдаемых после опыления в процессе гибридизации отдалённых форм, является прорастание пыльцевой трубки внутрь зародышевого мешка (Рис. 5). Хорошо видно, что пыльцевая трубка, начинаясь от стигмы, через стиль прорастает во внутренние слои зародышевого мешка и, как правило, достигает эмбриональной камеры. Данный процесс свидетельствует об успешном протекании оплодотворения и эффективности межвидового или внутривидового опыления. Указанный этап

направленный рост пыльцевой трубки, способность преодолевать различные барьеры (физиологические или генетические) и последующее образование зиготы является необходимым условием. Особенно в экспериментах по гибридизации данный процесс служит важным индикатором репродуктивной совместимости (Табл.1).



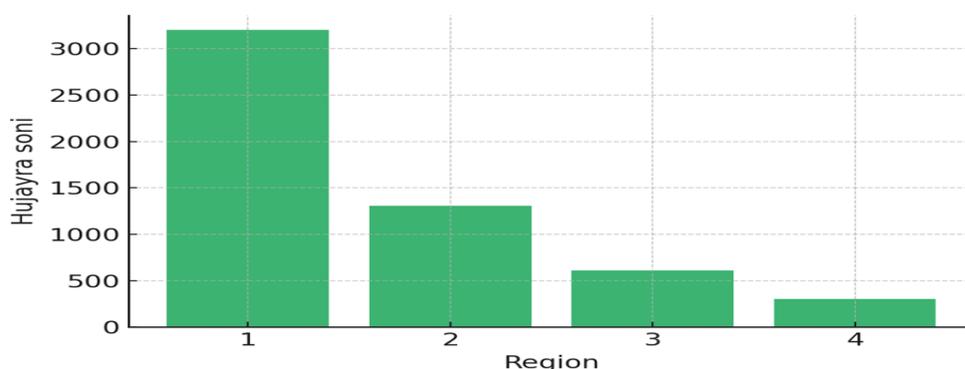
**Рисунок 5. Вращание тычиночных трубок в семяпочки.**

В результате анализа методом проточной цитометрии у трёх образцов *Gossypium* были выявлены основные пики плоидности по содержанию ядерной ДНК. У образца *G.anomalum* доминировали клетки с уровнем 2С (диплоид) 1885, на промежуточной стадии 3-4С было зарегистрировано 140 клеток, тогда как на тетраплоидном уровне (4С) отмечено лишь 6 клеток. У образца *G.herbaceum* subsp.*frutescens* основной пик также приходился на 2С (162 клетки), однако на более высоких уровнях плоидности (3-4С, 6С) были зафиксированы немногочисленные клетки.

**Таблица 1.**

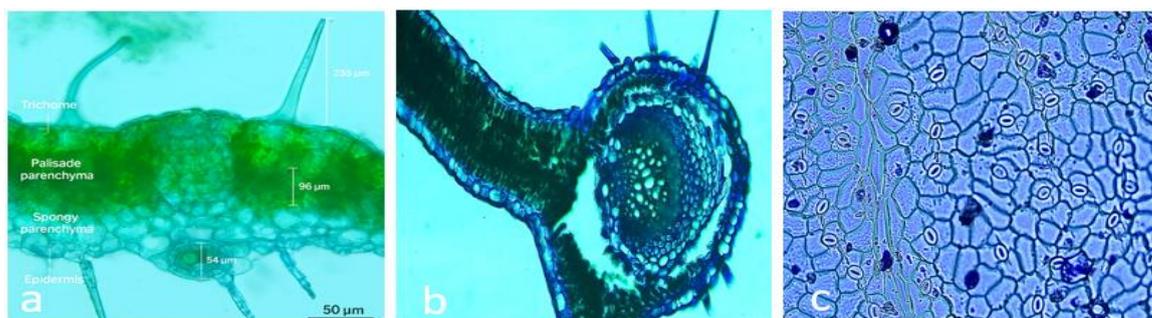
№	Источники	Число			M±m
		проанализированные узелки	семяпочки	прорастающие трубочки	
<b>Родительские формы</b>					
1.	subsp. <i>frutescens</i>	10.	158.	109.	10,9±0,46
2.	subsp. <i>pseudoarboreum</i>	10.	120.	102.	12,9±0,31
3.	<i>G.anomalum</i>	10.	116.	96.	9,6±0,20
<b>F<sub>1</sub> гибриды</b>					
4.	20D F <sub>1</sub> subsp. <i>frutescens</i> × <i>G.anomalum</i>	10.	119.	78.	7,8±0,20
5.	23D F <sub>1</sub> subsp. <i>pseudoarboreum</i> × <i>G.anomalum</i>	10.	128.	69.	6,9±0,18
<b>F<sub>1</sub>C гибриды</b>					
6.	32D F <sub>1</sub> C subsp. <i>frutescens</i> × <i>G.anomalum</i>	10.	146.	75.	7,5±0,17
7.	27D F <sub>1</sub> C subsp. <i>pseudoarboreum</i> × <i>G.anomalum</i>	10.	163.	77.	7,7±0,17
<b>F<sub>1</sub> сложные гибриды</b>					
8.	F <sub>1</sub> (F <sub>1</sub> C subsp. <i>frutescens</i> × <i>G.anomalum</i> ) × Равнак -1	10.	138.	66.	6,8±0,13
9.	F <sub>1</sub> (F <sub>1</sub> C subsp. <i>frutescens</i> × <i>G.anomalum</i> ) × Равнак -1	10.	133.	59.	6,1±0,11

В результате анализа методом проточной цитометрии у трёх образцов *Gossypium* были выявлены основные пики плоидности по содержанию ядерной ДНК. У образца *G.anomalum* доминировали клетки с уровнем 2С (диплоид) 1885, на промежуточной стадии 3-4С было зарегистрировано 140 клеток, тогда как на тетраплоидном уровне (4С) отмечено лишь 6 клеток. У образца *G.herbaceum* subsp.*frutescens* основной пик также приходился на 2С (162 клетки), однако на более высоких уровнях плоидности (3-4С, 6С) были зафиксированы немногочисленные клетки. У гибрида F<sub>1</sub>С subsp.*frutescens* × *G.anomalum* наблюдался широкий диапазон плоидности: 2С (3201 клетка), 4С (1305 клеток), 6С (611 клеток) и 8С (301 клетка). Этот результат свидетельствует об успешной реализации процесса искусственной полиплоидизации и формировании повышенного уровня содержания ДНК в геноме гибрида (Рис. 6).



**Рисунок 6.** Распределение клеток по регионам у образца F<sub>1</sub>С subsp.*frutescens* × *G.anomalum*. 1-диплоидный уровень (2n), 2-тетраплоидный уровень (4n), 3- гексаплоидный уровень (6n), 4-октаплоидный уровень (8n).

На основе анатомических исследований были сравнены листовые анатомические характеристики родительских форм, а также аллополиплоидных (F<sub>1</sub>С) и сложных гибридных (F<sub>1</sub>) растений. Препараты, приготовленные из свежесрезанных листьев, рассматривались под микроскопом, фиксировалась плотность устьиц на верхняя сторона листа и обратная сторона листа эпидермисе, толщина эпидермиса, толщина палисадной и губчатой паренхимы, а также количество трихом. Результаты показали, что у диких видов и их гибридов плотность устьиц значительно ниже, чем у сорта Равнак -1: наименьшие значения были зафиксированы у *G.anomalum* (59,0±2,74 шт./мм<sup>2</sup> на адаксиал; 84,2±1,47 шт./мм<sup>2</sup> на абаксиал). У сорта Равнак -1 эти показатели были наибольшими (105,0±1,3 и 138,0±1,6 шт./мм<sup>2</sup> соответственно). У диких видов, особенно у *G. anomalum* и subsp. *pseudoarboresum*, эпидермис был толще (25,4±1,1; 27,1±1,3 мкм), палисадная (50,2±2,3; 52,0±2,1 мкм) и губчатая паренхима (56,8±2,0; 58,3±2,8 мкм) хорошо развиты; количество трихом также высоко (35,3±1,5; 38,7±0,9 шт./мм<sup>2</sup>). Такая комбинация снижает потерю воды, обеспечивает защиту от радиационной нагрузки и повышает устойчивость к стрессу. Эти особенности увеличивают способность листа сохранять воду и защищают от избыточного воздействия солнечного света (Рис. 7).



**Рисунок 7. Морфологический анализ анатомии листа:** а) эпидермис, палисадная паренхима, б) губчатая паренхима, в) микроскопическое строение *stomata*.

Полученные формы гибридов ( $F_1$ ,  $F_1C$ ) по сравнению с исходными дикими видами улучшились по количеству *stomata* и размеру листа, однако их анатомическое строение по-прежнему обладает признаками, свидетельствующими о засухоустойчивости по сравнению с Равнак-1 (относительно меньшее количество *stomata*, более толстые ткани). Исследование показало, что анатомическое строение листьев диких видов хлопка обеспечивает эффективные механизмы защиты от абиотического стресса (низкая плотность *stomata*, утолщение эпидермиса и паренхимы, большое количество трихом). Эти особенности позволяют растениям выживать в стрессовых условиях. Передача этих адаптивных признаков через гибридизацию в высокоурожайные культурные сорта открывает перспективы создания новых засухоустойчивых сортов. В третьей главе диссертации проанализировано наследование ценных хозяйственных признаков у диплоидных и тетраплоидных межвидовых интрогрессивных и сложных  $F_1$  гибридов хлопка. В исследовании оценивались морфологические и хозяйственные признаки межвидовых диплоидных и тетраплоидных гибридов. У  $F_1$ ,  $F_1C$  и гибридов, повторно скрещенных с Равнак-1, анализировалось наследование элементов урожая, показателей качества волокна и устойчивости к стрессу. У  $F_1$  subsp.*frutescens* × *G.anomalum* и  $F_1C$  subsp.*frutescens* × *G.anomalum* длина волокна была высокой (27,8–28,5 мм), однако выход волокна низкий (0,41–0,56 г). В комбинации  $F_1$  subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum* масса коробочки составила 3,55 г и выход волокна 0,61 г, но длина волокна была короткой (22,3 мм), что снизило качество. Напротив, у  $F_1C$  subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum* выход волокна достиг 0,81 г, что стало относительно лучшим результатом. Среди родительских форм subsp.*frutescens* (3,51 г; 0,61 г; 29,0 мм) и subsp.*pseudoarboreum* (3,28 г; 0,61 г; 28,1 мм) выделялись стабильные показатели. *G.anomalum* показал отрицательные результаты малая коробочка (1,83 г) и короткое волокно (8,5 мм). Равнак -1 обладает длинным волокном (38,7 мм), масса коробочки 4,78 г, выход волокна 0,39 г. При участии Равнак -1 у гибридов увеличилась масса коробочки и выход волокна: например, у комбинации  $F_1(F_1C$  subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum*) × Равнак -1 отмечены показатели 4,25 г и 0,93 г. Корреляционный анализ показал, что

увеличение массы коробочки не сопровождается ростом длины волокна; у гибридов сохраняется диапазон 25–30 мм, что требует комплексного селекционного подхода. В четвёртой главе диссертации представлены результаты по «Оценке устойчивости исходных форм и синтетических тетраплоидных гибридов к засухе и вредителям, а также их молекулярно-генетического разнообразия». Устойчивость синтетических тетраплоидных гибридов к засухе оценивалась в лабораторных условиях под осмотическим стрессом с использованием PEG-6000, а биотическая устойчивость в полевых условиях (*Tetranychus urticae*, *Aphis gossypii*); их генетические особенности характеризовались молекулярно-генетическими методами. Испытания с 10% и 20% PEG показали, что дикие виды (*G.anomalum*, *subsp.frutescens*, *subsp.pseudoarboreum*) и их F<sub>1</sub> гибриды сохраняют всхожесть семян, рост корней и побегов значительно лучше по сравнению с *hirsutum* Равнак -1. Например, при 20% PEG всхожесть *G.anomalum* составила 65%, тогда как у Равнак -1 35%; F<sub>1</sub> (*subsp.frutescens* × *G.anomalum*) сохранял высокие темпы роста даже под стрессом. В полевых условиях синтетические тетраплоиды, особенно некоторые комбинации F<sub>2</sub>C, показали относительно низкую повреждаемость белокрылкой и тлей. Всесторонние фенотипические и молекулярные данные создают основу для использования этих гибридов в селекции как доноров устойчивости к засухе и вредителям. Во второй части главы оценивалась устойчивость исходных форм и синтетических тетраплоидных гибридов к паутинному клещу (*Tetranychus urticae*) и тле (*Aphis gossypii*) в полевых условиях. Наблюдения за энтомофауной показали, что дикие виды и синтетические F<sub>2</sub>C гибриды на их основе обладают высокой устойчивостью к вредоносным насекомым (белокрылка - *Aleyrodidae*, паутинный клещ - *Tetranychus urticae*, хлопковая тля- *Aphis gossypii*). Сорт Равнак-1 показал наибольший уровень повреждений (суммарный балл 3), тогда как F<sub>2</sub>C 26D, F<sub>2</sub>C 27D и F<sub>1</sub>C 28D продемонстрировали минимальный балл (1) и обладали «хорошей» степенью устойчивости (Табл. 2).

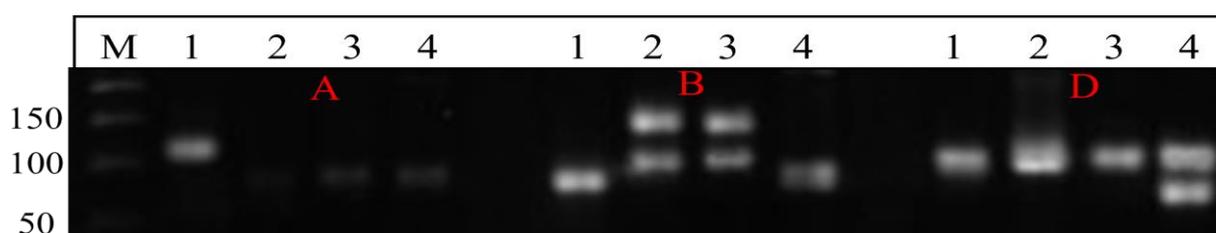
**Таблица 2.**

**Наблюдение за энтомофауной по численности насекомых**

№	Генотип	Белокрылка	Тля	Паутинный клещ	Общий балл	Биотическая устойчивость
1.	<i>G.anomalum</i>	3,4	2,7	3,1	2.	Средний
2.	<i>subsp.frutescens</i>	2,1	1,5	2,8	1.	Хорошо
3.	<i>subsp.pseudoarboreum</i>	2,4	2,2	3,3	2.	Средний
4.	Равнак -1	4,8	6,2	7,4	3.	Низкий
5.	F <sub>2</sub> C 26D <i>subsp. pseudoarboreum</i> × <i>G.anomalum</i>	1,6	1,4	2,2	1.	Хорошо
6.	F <sub>2</sub> C 27D <i>subsp. pseudoarboreum</i> × <i>G.anomalum</i>	1,8	1,6	2,5	1.	Хорошо
7.	F <sub>2</sub> C 28D <i>subsp.frutescens</i> × <i>G.anomalum</i>	2.	2,3	2,7	1.	Хорошо

8.	F <sub>2</sub> C 29D subsp. <i>frutescens</i> × <i>G.anomalum</i>	3,2	2,8	3,9	2.	Средний
----	---	-----	-----	-----	----	---------

По балльной оценке энтомофауны subsp.*frutescens* (2,1; 1,5; 2,8) показал высокую устойчивость, subsp.*pseudoarboreum* (2,4–3,3) и *G.anomalum* (3,4; 2,7; 3,1) среднюю, а Равнак -1 продемонстрировал наибольший ущерб (4,8; 6,2; 7,4), свидетельствующий о низкой устойчивости. Среди синтетических и сложных гибридов наиболее стабильной группой с низкими баллами (1,4–2,7) стали F<sub>2</sub>C-31D subsp.*frutescens* × *G.anomalum*, F<sub>2</sub>C-27D subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum* и F<sub>1</sub>(F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens* × *G.anomalum*) × Равнак -1; F<sub>1</sub>(F<sub>1</sub>C subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum*) × Равнак -1 оказался в средней группе. По показателю частоты встречаемости вредителей белокрылка наиболее активна на Равнак-1 (23%), далее *G.anomalum* (16%) и F<sub>1</sub>(F<sub>1</sub>C subsp.*pseudoarboreum* × *G.anomalum*) × Равнак-1 (15%); наименьшие значения наблюдались у 27D F<sub>2</sub>C и 31D F<sub>2</sub>C (8%). По тле лидировал Равнак-1 (30%), *G.anomalum* и F<sub>1</sub>(F<sub>1</sub>C subsp.*frutescens* × *G.anomalum*) × Равнак-1 около 13%; минимальные значения у 31D F<sub>2</sub>C и subsp.*frutescens* 7%. Урон от паутинного клеща у Равнак -1 составил 26%, средняя группа 10–14%, наименьший у 31D F<sub>2</sub>C (8%) и 27D F<sub>2</sub>C (9%). F<sub>2</sub>C-гибриды на основе диплоидных диких видов и некоторые сложные комбинации показали относительно высокую устойчивость к биотическому стрессу и рекомендуются в качестве перспективных донорских источников для селекции. В третьей части главы анализ, проведённый с использованием 120 SSR-маркеров, показал, что генетическое разнообразие диких видов хлопка (уровень полиморфизма 82–88%) значительно выше по сравнению с культурным сортом Равнак -1 (78%). В исследуемых образцах устойчивость к засухе была связана с генетическим маркером JESPR095, о чём свидетельствуют результаты ПЦР-анализа. У дикой формы *G.anomalum* аллель этого маркера состоял из 110 пар оснований (п.о.), тогда как у subsp.*frutescens*, subsp.*pseudoarboreum* и сорта Равнак-1 90 п.о. Устойчивость к насекомым была связана с маркером *BNL1666*. ПЦР-анализ показал различия: у дикой формы *G.anomalum* и сорта Равнак -1 аллель имел 85 п.о., тогда как у subsp.*frutescens* и subsp.*pseudoarboreum* 100 и 140 п.о. соответственно. ПЦР-анализ маркера *NAU2002*, связанного с длиной волокна, также показал различия: у диких видов *G.anomalum*, subsp.*frutescens* и subsp.*pseudoarboreum* аллель составлял 100 п.о., а у сорта Равнак-1 наблюдались аллели по 80 и 100 п.о. (Рис. 8).



**Рисунок 8.** Гель-электрофореграммы ДНК-маркеров, генетически связанных с устойчивостью к засухе, вредителям и длиной волокна, у исследуемых образцов: **A** -JESPR095, **B**- BNL1666, **D**-NAU2002. **M**- маркер молекулярной массы (концентрация 50 нг/μл); 1 -*G.anomalum*, 2-*subsp.frutescens*, 3 - *subsp.pseudoarboreum*, 4 - Ravnag-1.

Результаты ПЦР-анализов на основе ДНК-маркеров показали высокую степень полиморфизма у представителей как диплоидных, так и тетраплоидных видов хлопка. Согласно молекулярно-филогенетическому анализу исследуемых образцов, *subsp.pseudoarboreum* и *subsp.frutescens* являются ближайшими родственниками, *G.anomalum* находится несколько дальше, а Равнак -1 на наиболее удалённой и генетически отличающейся линии. Виртуальный ПЦР-анализ, проведённый с использованием 9 микросателлитных (SSR) ДНК-маркеров, связанных с устойчивостью к засухе, выявил 15 ценных кандидатных генов и белков в геноме *G.anomalum* (Табл. 3). Картирование на основе BLAST показало, что маркеры BNL2443, BNL1667, BNL3994, BNL448 и NAU3373 (сигналы LRR-RLK) участвуют в комплексном контроле развития, качества волокна и устойчивости к стрессовым факторам. Эти кандидаты могут быть включены в панели MAS/GS для ускорения и повышения точности селекционного отбора.

**Таблица 3.**

**Кандидатные гены и белки, выявленные с использованием базы данных BLAST**

№	Название маркера	Прогнозируемый ген или белок	Функция
1.	BNL2443	<i>Серин/треонин-белковая киназа rio1</i>	Цитоплазматическое созревание рибосомной субъединицы
		<i>Фиолетовокислая фосфатаза 18</i>	Регулирование ионных каналов, управление вакуолярными каналами, процессы развития, регулирование абиотических стрессовых реакций
		<i>MDIS1-взаимодействующий рецептор, такой как киназа 2</i>	Регуляция роста, развития и стрессовых реакций
		<i>Алкан гидроксилаза MАН1</i>	Обеспечение удлинения хлопкового волокна путем биосинтеза вторичных спиртов или кетонов
2.	BNL1667	<i>Индол-3-уксусная кислота-амидосинтетаза GH3.6</i>	Патогенез и устойчивость к болезням
		<i>Резистентный белок NBS-LRR, частичный</i>	Иммунитет/резистентность к патогенной инвазии
3.	BNL3994	<i>Цинковый белок пальцев ZAT5</i>	Реагирование на стресс высокой и низкой температуры, засоления
4.	BNL448	<i>Глицин-богатый РНК-связывающий белок 10-образный</i>	Устойчивость к засухе, чрезмерному засолению, холоду и патогенам
		<i>Холодочувствительная протейкиназа 1-го типа</i>	Устойчивость к холодному стрессу
		<i>Белочная трихома с двупреломлением 14</i>	Волокнообразование с развитием трихомы
5.	BNL334	<i>Стигмоспецифический STIG1-подобный белок 3</i>	Регуляция апоптоза, стимуляция роста пыльцевых трубок и развитие семян

		<i>Глутатион S-трансфераза F2-подобная</i>	В регулировании связывания и транспорта мелких биоактивных веществ и соединений, связанных с защитой, во время стресса во вторичном метаболизме
6.	NAU70 15	<i>Цинковый белок пальца CCCH, содержащий домен 22</i>	Устойчивость к росту, развитию, абиотическим и биотическим стрессам
		<i>Гистонэацетилаза HDT1 изоформ X4</i>	Развитие семян и зародышей, фотоморфогенез, цветение и старение
7.	NAU3373	<i>Серин/треонин-белковая киназа, богатая лейцином, с повторяющимися рецепторами</i>	Развитие и реакция на стресс

Эти гены выполняют важные функции, связанные с ростом и развитием растения, а также с его устойчивостью к абиотическим стрессам, таким как дефицит воды, холод, засоление, и к болезням.

### Выводы

В результате исследований на тему **“Генетический потенциал диплоидных диких видов с геномами “А<sub>1</sub>” И “В” в повышении устойчивости сортов *G.hirsutum* L. к стрессовым факторам”** были получены следующие выводы:

Проведен анализ особенностей гибридизации диплоидных видов *G. herbaceum* L. и *G. anomalum* между собой, а также с сортами *G. hirsutum*. Установлено, что, несмотря на их филогенетическую удаленность, данные виды способны к скрещиванию и формированию фертильных гибридов.

Цитогенетические исследования (анализ метафазы I, тетрад и жизнеспособности пыльцы) подтвердили стабильность синтетических аллотетраплоидных форм (F<sub>1</sub>C, F<sub>2</sub>C) с числом хромосом 2n = 4× = 52, полученных в результате межгеномной гибридизации и полиплоидизации.

В сложных гибридах F<sub>1</sub> (*subsp. frutescens* × *G. anomalum*) × Равнак-1 и (*subsp. pseudoarboresum* × *G. anomalum*) × Равнак-1 установлено наследование ценных хозяйственных признаков: по длине волокна выявлена неполное доминирование, по продолжительности вегетационного периода полное доминирование.

На основе SSR-маркерного анализа изучены виды с геномами А<sub>1</sub>, В и АД<sub>1</sub> и их гибриды. Показано, что дикие диплоидные формы характеризуются высоким уровнем полиморфизма (82–88 %) и существенно отличаются от сортов *G. hirsutum*. Построенное филогенетическое древо свидетельствует о большей геномной близости *G. anomalum* к *G. hirsutum* по сравнению с подвидовыми формами *G. herbaceum* L.

Эмбриологические наблюдения в гибридах F<sub>1</sub>C и F<sub>2</sub>C показали, что эффективность прорастания пыльцевых трубок в зародышевый мешок была значительно ниже, чем у родительских форм (12–14 %), тогда как у искусственных полиплоидных форм данный показатель достигал 65–70 %. Это

подтверждает положительное влияние полиплоидизации на репродуктивную совместимость.

Морфо-анатомический анализ выявил развитие у диких форм и аллополиплоидных гибридов таких признаков, как увеличенная толщина кутикулы листа ( $\geq 0,85$  мкм), толщина эпидермальных клеток ( $>20$  мкм) и повышенное количество трихом. Указанные особенности обеспечивают устойчивость к вредителям, включая белокрылку, хлопковую тлю и паутинного клеща.

Испытания на осмотический стресс с использованием раствора PEG-6000 подтвердили более высокую засухоустойчивость диких видов, а также простых и сложных гибридов F<sub>1</sub>. Особенно у *G. anomalum* и гибридов с его участием отмечена высокая скорость роста корней, которая даже при 20 % PEG превышала показатели сорта Равнак-1 в 1,5 раза.

В результате молекулярно-генетических и биоинформатических исследований идентифицированы ценные гены-кандидаты, связанные с устойчивостью к стрессам (*serine/threonine-protein kinase rio1*, белки *muna* NBS-LRR, *глицин-обогащенные РНК-связывающие белки* и др.), представляющие собой важный ресурс для маркер-ориентированной селекции и QTL-картирования.

Гибриды F<sub>2</sub>C 26D, 27D и 28D, обладающие устойчивостью к вредителям (белокрылка - *Aleyrodidae*, паутинный клещ - *Tetranychus urticae*, хлопковая тля - *Aphis gossypii*), выделены в качестве рекомбинантных исходных селекционных источников для практической селекции.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.02/30.12.2019.B.53.01 AT THE INSTITUTE OF GENETICS AND  
PLANT EXPERIMENTAL BIOLOGY**

---

**INSTITUTE OF GENETICS AND PLANT EXPERIMENTAL BIOLOGY**

**KHOLOVA MADINA DJALGASHBAEVNA**

**GENETIC POTENTIAL OF WILD DIPLOID SPECIES WITH A<sub>1</sub>  
AND B GENOMES FOR ENHANCING STRESS TOLERANCE IN  
*G.HIRSUTUM* L. CULTIVARS**

**03.00.09 -- General Genetics**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)  
OF BIOLOGICAL SCIENCES**

**Tashkent - 2025**

**The topic of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) in Biological Sciences is registered with the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2024.4.PhD/B1299.**

The dissertation work was carried out at the Institute of Genetics and Experimental Plant Biology.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council ([www.genetika.uz](http://www.genetika.uz)) and on the website of "ZiyoNet" information and educational portal ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

**Scientific supervisor:** **Ernazarova Dilrabo Kushbakovna**  
Doctor of Biological Sciences, professor

**Official Opponents:** **Ubaydullayeva Xurshida Abdullayevna**  
Doctor of Biological Sciences

**Egamberdieva Saida Abdusamatovna**  
Doctor of Biological Sciences, professor

**Leading organization:** **Chirchik State Pedagogical University**

The defense of the dissertation will be held at the meeting of the Scientific Council DSc.02/30.12.2019.B.53.01 at the Institute of Genetics and Plant Experimental Biology on "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2025, at \_\_\_\_\_. (Address: 111208, Tashkent region, Kibray district, Yukori-Yuz. Conference hall of the Institute of Genetics and Experimental Plant Biology. Tel.: (+99871) 264-23-90; fax: (+99871) 264-23-90; E-mail: [igebr\\_anruz@mail.ru](mailto:igebr_anruz@mail.ru))

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the Institute of Genetics and Experimental Plant Biology (registered under No. \_\_\_\_\_). Address: 111208, Tashkent region, Kibray district, Yukori-Yuz settlement. Conference hall of the Institute of Genetics and Experimental Plant Biology. Tel.: (+99871) 264-23-90; fax: (+99871) 264-23-90.

The abstract of the dissertation was distributed on "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2025y.  
(Protocol at the register No \_\_\_\_ dated "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2025 y.).

**A.A. Narimanov**  
Chairman of the Scientific Council for the  
Awarding of Academic Degrees, Doctor of  
Agricultural Sciences, Professor

**I.Dj. Kurbanbaev**  
Scientific Secretary of the Scientific Council  
for the Awarding of Academic Degrees, Doctor  
of Biological Sciences, Professor

**I.T. Kahhorov**  
Chairman of the Scientific Seminar under  
the Scientific Council for the Awarding of  
Academic Degrees, Doctor of Agricultural  
Sciences, Professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research is** to assess the genetic diversity of wild diploid species belonging to the “A<sub>1</sub>” (*G. herbaceum* L.) and “B” (*G. anomalum*) genomes of the genus *Gossypium* L., to perform experimental polyploidization, and to obtain stress-tolerant tetraploid forms through hybridization with tetraploid cultivars (*G. hirsutum* L., AD<sub>1</sub> genome) for their further use in practical breeding.

**The object of the research** accessions from the “Unique Collection” of cotton were used, including *G. herbaceum* subsp. *frutescens* and subsp. *pseudoarbareum* (A<sub>1</sub> genome), *G. anomalum* (B genome), as well as cultivars belonging to *G. hirsutum* L. — Ravnak-1, Ravnak-2, and Namangan-77 (AD<sub>1</sub> genome).

**The scientific novelty of the research is as follows:**

for the first time, the hybridization ability of diploid species *G. herbaceum* L. (A<sub>1</sub> genome) and *G. anomalum* (B genome) with tetraploid species *G. hirsutum* (AD genome), as well as their molecular phylogenetic relationships, was identified. The analysis revealed that *G. hirsutum* is genetically closer to *G. anomalum* than to the subspecies of *G. herbaceum*.

meiotic analysis (MI stage) of allopolyploid hybrids demonstrated their karyological heterogeneity compared with the parental forms. This was confirmed by the presence of univalents and quadrivalents along with bivalents in the maternal pollen mother cells, as well as by reduced meiotic index and pollen viability.

autopolyploid forms of F<sub>1</sub>C and F<sub>2</sub>C obtained using *G. herbaceum* and *G. anomalum* exhibited increased resistance to insect pests (whitefly, spider mite, aphid) due to structural features of their leaves, including thicker cuticle layers ( $\geq 0.85 \mu\text{m}$ ), epidermal cell thickness ( $> 20.0 \mu\text{m}$ ), and isolateral anatomical structure.

based on the genetic diversity of *G. herbaceum* and *G. anomalum* populations, interspecific hybridization with *G. hirsutum*, comparative morphological analyses, and SSR marker profiling, new hybrid forms were selected. These forms represent valuable initial genetic resources that can be effectively used for developing promising cultivars.

**Implementation of research results.** Based on the findings regarding the genetic potential of wild diploid species for improving stress tolerance in *G. hirsutum* L. cultivars:

seeds of forms 26D, 31D, isolated from the hybrid combination of allopolyploids F<sub>1</sub>C and F<sub>2</sub>C (subsp. *frutescens* × *G. anomalum*), forms 15D, 20D from the hybrid combination of allopolyploids F<sub>1</sub>C and F<sub>2</sub>C (subsp. *pseudoarbareum* × *G. anomalum*) are included in the collection of the cotton gene pool “Unique Object” of the Institute of Genetics and Experimental Plant Biology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan (Reference No. 4/1255-1857 of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan dated November 29, 2025). As a result, these F<sub>2</sub> hybrid combinations further enriched the unique object “Cotton gene pool” and made it possible to use it in future genetic and breeding research.

SSR markers such as BNL0226, BNL1421, NAU1043, NAU1190, NAU233, NL1231, BNL3347, BNL3792, NAU1151, NAU7049, NAU2437, were used to

study phylogenetic relationships and economically valuable traits of cotton within the framework of the fundamental project “Study of molecular-phylogenetic relationships and economically valuable traits of wild Australian species with intra-species diversity of Afro-Asian cotton” (Reference No. 4/1255-2029 of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan dated 21 August 2025). As a result, it was possible to determine the degree of genetic polymorphism of cotton genotypes (*Gossypium* L.) and clarify the phylogenetic relationships of the studied species and forms using molecular markers.

**The structure and scope of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The length of the dissertation is 114 pages.

**E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I bo'lim (I часть; Part I)**

1. Kholova M.D., Ernazarova.D.K., Azimova L. A., Erjigitov.D. Sh., Rafieva F. U., Khidirov M. T., Oripova B.B., Sokiboeva.D. B., Mamatkulova G.F., Arslanova S. K., Iskandarov A. A., Toshpulatov A. Kh., Safiullina A. K. Kodirov D.M.,Kushanov F. N. Genetic improvement of cultivated cotton (*Gossypium hirsutum*) for drought and pest resistance through hybridization with wild species. // Journal of Plant Interactions, 2025, <https://doi.org/10.1080/17429145.2025.2589531> (№3. Scopus IF-3.3).

2. Mukhammad T. Khidirov, Dilrabo K. Ernazarova, Feruza U. Rafieva, Ziraatkhan A. Ernazarova, Abdulqahhor Kh. Toshpulatov, Ramziddin f.Umarov, Madina D. Kholova, Barno B. Oripova, Mukhlisa K. Kudratova, Bunyod M.Gapparov, Maftunakhan M. Khidirova, Doniyor J. Komilov, Ozod S. Turaev, Joshua A. Udall, John Z. Yu, Fakhriddin N. Kushanov. Genomic and Cytogenetic Analysis of Synthetic Polyploids between Diploid and Tetraploid Cotton (*Gossypium*) Species. *Plants*, Volume 12, 2023. <https://doi.org/10.3390/plants12244184> (№3. Scopus IF-4.1).

3. Arslanova, S.K., Ernazarova, Z.A., Ernazarova, D.K., Turaev, O.S., Safiullina, A.K., Toshpulatov, A.K., Kholova, M.D., Azimova, L.A., Rafiyeva, F.U., Gapparov, B.M., Khalikov, K.K., Khidirov, M.T., Iskandarov, A.A., Kodirov, D.M., Turaev, O.Y., Maulyanov, S.A., Udall, J.A., Yu, J.Z., & Kushanov, F.N. (2025). Development and Characterization of Synthetic Allotetraploids Between Diploid Species *Gossypium herbaceum* and *Gossypium nelsonii* for Cotton Genetic Improvement. *Plants*, 14(11), 1620. <https://doi.org/10.3390/plants14111620> (№3. Scopus IF-4.1)

4. Холова М.Д., Азимова Л.А., Ҳасанова Ш.А., Хидиров М.Т., Эрнazarова Д.Қ., Кушанов Ф.Н. Ғўзанинг ёввойи диплоид шакллар ва уларнинг дурагайларида (F1, F1C) барг анатомияси таҳлили. НамДУ илмий ахборотномаси–2024-йил\_1-сон. 163-б. (03.00.00; №17).

1. 5. Xolova M.D., Ernazarova D.Q., Azimova L.A., Xidirov M.T., Toshpulatov A.X., Kushanov F.N. Турлараро дурагайлarda қурғоқчиликка чидамлилиқ билан боғлиқ цитогенетик ўзгаришлар (*Gossypium* L.) Қо'қон davlat pedagogika instituti ilmiy xabarлари. *Tabiiy fanlar. A Seriya* 2025-yil №2. 398-401 b. (03.00.00; №9)

6. Xolova M.D., Azimova L.A., Safiullina, A.K., Ernazarova D.Q., Oqim sitometriyasi yordamida *Gossypium* turlarida dнк kontenti va ploiddlik darajasini baholash. *Xorazm Ma'mun akademiyasi axborotnomasi* 2025-y.7/1 126-131 b. (03.00.00; №12).

7. Oripova B.B., Ernazarova D.Q., Xolova M.D., Xidirov M.T., Gapparov B.M., Toshpulatov A.X., Kushanov F.N. G'o'zaning allopoliploid F1C duragaylarining sitogenetik tahlili. Oziq-ovqat xavfsizligi: milliy va global muammolar ilmiy jurnali. ISSN 2181-3973 // 2025-1, 54-58 b.

**II bo'lim (II часть; Part II)**

8. Xolova M., Ernazarova D., Azimova L., Xidirov M. Factors affecting pollen viability in *Gossypium* L. Species. XIII International Scientific Research Conference. Azerbaijan. 8-may, 2023 й, –П. 115-117.

9. Kholova M.D., Azimova L. A., Khidirov M.T., Ernazarova D. K., Kushanov F. N. Influence of osmotic stress on morphological changes in *Gossypium* L. species. "Modern problems of agricultural science, environment and food safety" dedicated to 60th anniversary (1965-2025) of the establishment of the "Vegetable Growing Research Institute" public legal entity 3-4 June 2025. 422-426 c.

10. Холова М.Д., Азимова Л.А., Эрнazarова Д.К., Кушанов Ф.Н. Ғўзанинг ёввойи диплоид биохилма хиллиги иштирокида олинган F<sub>1</sub> синтетик дурагайлари морфобиологик таснифи. “Иқлимнинг глобал ўзгариши шароитида озиқ-овқат хавфсизлиги муаммолари ва илмий-амалий ечимлари” республика илмий-амалий анжумани. Карши. 4-5 апрель 2024. 109-112 б.

11. Xolova M.D., Azimova L.A., Khidirov M.T., Ernazarova D.Q., Kushanov F.N. Morphobiological and cytogenetic characteristics of intervarietal hybrids between *Gossypium herbaceum* L. and *Gossypium anomalum*. International Scientific Conference Of Young Scientists «Science And Innovation» Tashkent – 2024 33-35b.

12. Холова М.Д., Азимова Л., Хидиров М.Т., Эрнazarова Д.К. Результаты спорадного анализа внутривидовых разновидностей *G. herbaceum* L. Генетика, геномика ва биотехнологиянинг замонавий муаммолари республика илмий анжуманининг тезислар тўплами. Тошкент-2022 й., 18 май. 251-б.